This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Tldf
P58
s

JP.

~~DEPOSITED AT THE HARVARD FOREST~~
1943

RETURNED TO J. P.
MARCH. 1967

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

MINISTERO DI AGRICOLTURA, INDUSTRIA E COMMERCIO

DIREZIONE GENERALE DELL' AGRICOLTURA

SUI RIMBOSCHIMENTI ESEGUITI IN FRANCIA

RAPPORTO

DEL DIRETTORE DELL' ISTITUTO FORESTALE DI VALLOMBROSA

COMM. F. PICCIOLI.

FIRENZE,

TIPOGRAFIA DI G. BARBÈRA.

Via Faenza, N° 66.

1887.

Digitized by Google

Digitized by Google

INDICE.

INTRODUZIONE . . . . . Pag. 1

PARTE PRIMA. — **Principii legali ed economici. – Ordinamento del servizio dei rimboschimenti.**

Capo I. Principali disposizioni di legge 9
» II. Mezzi economici destinati a questi lavori 12
» III. Ordinamento del servizio forestale e specialmente di quello di correzione, di rimboschimento ed inerbamento 16

PARTE SECONDA. — **Principii tecnici sulla correzione dei torrenti e sul rimboschimento.**

Capo IV. Diverse specie di torrenti; loro parti costitutive e loro fasi; loro cagioni, ed azione della vegetazione; diverse specie di profili; torrente ideale 20
» V. Mezzi speciali di difesa contro i torrenti. — Formazione dei perimetri; lavori di correzione; traverse di ritenuta e traverse di consolidamento 30
» VI. Forma, numero, posizione e dimensioni delle traverse in muratura 38
» VII. Determinazione della forma e delle dimensioni delle traverse, fondata sulla resistenza dei materiali 44
» VIII. Tipi di traverse; loro costruzione; opere in legname 58
» IX. Lavori complementari 74

PARTE TERZA. — **Descrizione speciale del dipartimento delle Basse Alpi e di alcuni perimetri delle Alte Alpi.**

Capo X. Descrizione sommaria delle Basse Alpi, rispetto alle loro condizioni geognostiche ed alla formazione dei torrenti 76
» XI. Osservazioni preliminari, e dei diversi perimetri visitati in particolare 81
» XII. Perimetro di Faucon 82
A) Del torrente Bourget in particolare 85
B) Del torrente Faucon in particolare 92
C) Riassunto dei lavori eseguiti nel perimetro di Faucon 94
» XIII. Perimetro di Sanières 97
» XIV. Perimetro di Riou-Chanal 104
» XV. Perimetro di Saint-Pons 109
Torrente di Riou-Bourdoux 110

Digitized by Google

Capo XVI. Perimetro di Seyne . . . . . Pag. 115
» XVII. Perimetro di Labouret 125
» XVIII. Perimetro di Curusquet. 128
» XIX. Perimetro di Sainte-Marthe. (Alte Alpi.). 132
» XX. Perimetro di Vachères 134

TAVOLA I. Il perimetro di Seyne nel 1877. 117
» II. Il perimetro di Seyne nel 1886. 118
» III. Il perimetro di Curusquet nel 1877 130
» IV. Il perimetro di Curusquet nel 1886 131
» V. Torrente di Vachères 40

Digitized by Google

INTRODUZIONE.

Il problema del rimboschimento e del governo delle acque dei torrenti si è presentato in tutti i tempi sotto diversi aspetti, ma più specialmente sotto quello della sicurezza delle abitazioni e delle campagne. Oggidì esso importa non solo alla scienza, in quanto ha presentato ad essa l' occasione di molte e nuove osservazioni, intorno all' azione delle foreste sul clima e sul governo delle acque, e quindi di conoscere meglio le cause per cui si rendono così terribili le inondazioni, che tanto di frequente si ripetono portando la desolazione nelle città e nelle campagne, ma è di grande momento anche per l' economia e l' avvenire di molti paesi. I danni cagionati dalle inondazioni in Francia in questi ultimi quarant' anni, senza computare quelli molto recenti, si fanno ascendere ad oltre 600 milioni, e il diboscamento viene indicato come una delle cagioni principali. Infatti molti paesi industriosi, situati su fianchi ripidi di montagne od allo sbocco di torrenti, sono quasi periodicamente esposti a catastrofi, o minacciati ora da torrenti violenti, ora da valanghe o da scoscendimenti; ed anche la pianura sente spesso i danni dei trasporti fatti dalle acque. Questo problema è stato l' oggetto di molti studi, di discussioni profonde, di molteplici e svariate esperienze; ed i risultamenti ottenuti dai lavori eseguiti in questi ultimi anni, specialmente in Francia, ci offrono un grande argomento di studio e di imitazione.

Un Istituto così speciale come quello di Vallombrosa, nel quale la scienza forestale è profondamente studiata anche nelle sue applicazioni, non poteva dispensarsi, nell' interesse dell' insegnamento e della pratica, dal fare una visita a quegli ingegnosi lavori che da quasi trent' anni si vanno svolgendo in Francia, dove essi hanno conseguito una perfezione da costituire un' arte speciale. Il Ministero d' agricoltura, industria e commercio intendeva che tale visita si dovesse compiere fino dal 1884; ma sventuratamente le condizioni igieniche di quel paese non permisero che la si effettuasse prima del giugno del 1886.

Digitized by Google

Tale problema sulle pendenze ripide delle alte montagne si è presentato in Francia sotto sì molteplici e svariati aspetti e con tante difficoltà, che i più intelligenti ed abili ingegneri e silvicultori hanno a tale proposito escogitato tutti i mezzi possibili, dando luogo a molteplici quistioni. Alcune di esse sono di indole tecnica e risguardano le condizioni di esecuzione delle costruzioni proprie a combattere l' azione corrosiva delle acque nel letto dei torrenti; altre toccano direttamente l' economia forestale, cioè i rimboschimenti e l' assestamento delle foreste; altre concernono l' economia agricola e pastorizia, in quanto le foreste possano aver parte sul miglioramento dell' agricoltura e sull' allevamento del bestiame; altre infine si riferiscono al carattere sempre più grave che assumono i danni del diboscamento ed ai servigi speciali e generali che le foreste possono rendere alla società, per cui la correzione dei torrenti ed il rimboschimento delle pendici dei monti hanno assunto tale importanza da doversene tener conto come di necessità pubblica.

La conservazione dei boschi spettando all' amministrazione forestale, era evidente che a questa dovesse affidarsi anche la parte che risguarda il loro ripristinamento, e così tentare ogni sforzo per rimuovere i pericoli minaccianti, le cui conseguenze non si potrebbero neppure prevedere. Avendo l' amministrazione dovuto trovarsi in contatto e spesso anche in opposizione cogli interessi di privati, e sovente fin di intere popolazioni, furono necessarie disposizioni legislative, le quali tutelassero l' interesse generale, conformemente a ciò che la scienza aveva già dimostrato e che l' esperienza poi di questi ultimi trent' anni ha confermato e comprovato all' evidenza.

Tali quistioni furono studiate molto anche dagli Italiani, e vi sono numerose e classiche opere che connettono il rimboschimento coll' idrologia; ma molte di queste si sono ristrette a far conoscere le conseguenze delle devastazioni dei boschi facendone pitture assai vive, le quali, se non hanno un gran valore scientifico, sono state opportune per tener vivo lo spirito della conservazione dei boschi o per suggerire qualche mezzo di difesa ne' luoghi in cui il bosco distrutto non può essere sollecitamente ricostituito. Altre si occupano esclusivamente della portata dei fiumi e dei torrenti, tenendo conto dei materiali trasportati nelle piene eccessive, e ne studiano principalmente le cause, ma propongono in generale lavori che non farebbero che trasportare il male da un punto ad un altro, senza toglierlo. Queste opere e lavori parziali contengono un materiale di studi prezioso, e pur troppo negletto; vi si trovano proposte di costruzioni di traverse, briglie, rimboschimenti, ec., ed in molti luoghi furono questi lavori anche eseguiti: tuttavia in essi manca una guida ad uno studio più profondo per un' esecuzione più sicura, e vi si trovano sparse non poche idee erronee.

Ma per quel che concerne i mezzi da opporre ai danni cagionati dalle acque torrenziali e la loro esecuzione secondo un concetto sistematico ed estesamente applicato, l'opera è totalmente francese; è un' impresa gloriosa di quell' amministrazione forestale, che ne ha fatto quasi una scienza, destinata ad un grande avvenire, e che dovrebbe

Digitized by Google

d' ora innanzi costituire una parte importante anche del nostro insegnamento speciale. Laddove il lavoro anticamente proposto consisteva quasi soltanto in opere d' arte, presentemente si approfitta delle forze stesse della natura, di quelle stesse cioè che fanno il male, per farle cooperare a ripararlo. Sarebbe infatti un assurdo il voler combattere agenti così formidabili coi semplici mezzi dell' arte; occorre invece valersi dei piccoli ma moltiplicati mezzi che la natura stessa adopera, guidandoli però colla scienza. Studiando le cause e le proprietà dei torrenti, vedremo come questi mezzi assai diversi dagli antichi, in quanto ad opere d' arte, si riducono a pochi, ed hanno per imprescindibile condizione il rimboschimento, che è come il complemento delle prime.

I risultati ottenuti nei lavori eseguiti in Francia in grandi proporzioni, e già da un tempo che è sufficiente per apprezzarne gli effetti, permettono d' indicare con franchezza le misure necessarie per combattere i danni delle acque torrenziali, le frane, gli scoscendimenti, le valanghe ec., chè quanto più si attende a ripararvi, il male si fa più forte, ed il rimedio si rende sempre più difficile e potrebbe anche diventare impossibile.

Anteriormente alle leggi del 28 luglio 1860 e dell' 8 giugno 1864, si può dire che non vi erano neppure in Francia disposizioni di qualche importanza atte a favorire la prosperità dei boschi, e tutt' al più si dava qualche eccezionale prescrizione per impedire il progresso del diboscamento. Anche il Codice forestale era informato al medesimo concetto, e non conteneva che qualche disposizione per restringere gli abusi del pascolo; ma nulla vi era che favorisse il rimboschimento, eccetto l' esenzione dall' imposta per vent' anni delle seminagioni e delle piantagioni fatte sulle vette e sulle pendici delle montagne, che poi fu portata a trent' anni.

Ma poichè le seminagioni ed i piantamenti, specialmente nelle montagne, sono di una utilità più futura che presente e d' interesse più generale che particolare, le disposizioni precedenti non bastavano, e ne occorrevano delle più efficaci, cioè l' intervento diretto dello Stato, che ebbe poi luogo colle leggi del 28 luglio 1860 e dell' 8 giugno 1864, le quali diedero l' occasione ad un profondo studio del governo delle acque e del rimboschimento. Per tale studio l' amministrazione forestale dovette fare di nuovo quasi tutto; e dopo una lunga serie di ricerche e di tentativi, potè giungere a stabilire delle norme, che sono poi quelle messe in opera nei lavori che avemmo l' occasione di visitare e i risultati de' quali sono la più bella conferma della giustezza dei principii assunti. Ed ora che la luce si è fatta su queste questioni, e che ogni incertezza è scomparsa, non resta più che affrontare le difficoltà con passo sicuro, con piena confidenza di un esito favorevole e colla ferma volontà di sormontare tutti gli ostacoli.

Per giungere però a tali risultati, gli ingegneri ed i silvicultori che vi si sono dedicati hanno dovuto passare per una certa serie di tentativi, non essendovi state prima esperienze sufficienti e concludenti da poter stabilire i metodi con cui pro-

Digitized by Google

cedere. Un grande errore che ordinariamente si commette in silvicultura è quello di voler assumere delle regole generali, senza pensare che per dar loro un' applicazione è necessario un esame diligente delle condizioni in cui si applicano; giacchè ciò che conviene in un luogo può non convenire in un altro. I casi di mala riuscita che rileveremo nei lavori di estinzione dei torrenti e di rimboschimento delle montagne in Francia, ci devono essere ammaestramenti molto utili, che ci risparmieranno quel periodo di transizione pel quale hanno dovuto necessariamente passare i silvicultori che in questo genere di lavori ci hanno preceduto. Noi troviamo colà una ricca miniera di esperienze e di metodi applicati in una grande varietà di circostanze, che ci permette di scegliere anche pei diversi casi che si possono da noi presentare. Se talvolta faremo menzione di lavori non riusciti non è per ismania di critica, ma perchè si ponderino i metodi da scegliere avanti di applicarli estesamente. E così pure se sembreremo larghi in qualche giudizio, ci preme però dichiarare che su esso non hanno avuto alcuna influenza le grate impressioni della benevola e cordiale accoglienza che avemmo dai nostri confratelli in questa breve escursione nelle loro Alpi.

Prima di descrivere e di esporre i metodi seguiti in quest' opera immensa del consolidamento delle montagne denudate e dell' estinzione dei torrenti, dei quali non è facile formarsi un esatto concetto senza aver percorso quei terreni, dirò di alcuni mezzi adoperati per mettere in luce questi grandi lavori, per farli conoscere e per paragonare lo stato del terreno in un dato tempo e quello dopo la loro esecuzione. Voglio dire della fotografia applicata ai rimboschimenti. Infatti la nettezza e la precisione dei procedimenti fotografici è tale da riprodurre con semplicità ed autenticità e con tutti i particolari il terreno, le costruzioni, le colture ec., che non si potrebbero avere nè dall' incisione nè dal disegno più abilmente eseguito. Le vedute fotografiche danno il complesso del terreno, ne mostrano i rilievi, le parti nude, la formazione dei torrenti, i danni; quelle prese nei particolari sono utilissime per far conoscere i lavori di difesa, di consolidamento del letto e delle sponde di un torrente, e possono far comprendere meglio di qualunque descrizione il modo di esecuzione delle opere, il loro scopo ed i risultati ottenuti.

È facile apprezzare i vantaggi della fotografia anche nei lavori di preparazione delle proposte dei perimetri, nello studio dei torrenti e nei procedimenti adoperati nei rimboschimenti. La fotografia è più chiara, più minuta, più compiuta d' una descrizione, e può dare la storia dei lavori che si eseguiscono in un bacino e quella delle diverse mutazioni prodotte a mano a mano da questi.

Un altro strumento che permette disegnare con tutti i suoi particolari l' aspetto generale di una catena di montagne con tutte le sue vallate, e con tutta l' esattezza la posizione relativa dei villaggi e città sparsi sul declivio di un monte o nel fondo di una vallata e che si affacciano ad un osservatore, è il teleiconografo, che nelle mani di un abile artista come il signor Sardi, ispettore aggiunto a Bar-

Digitized by Google

celonnette, può prestare dei grandi servigi. Il disegno preso con questo istromento mette in rilievo, come la fotografia, tutti gli accidenti naturali del terreno, le colture, i pascoli, i terreni nudi o coperti, i torrenti, i burroni, le frane, i perimetri ed i lavori che vi sono eseguiti.

In fine diremo come la grandezza dei risultati ottenuti si è effettuata con mezzi molto semplici e con una certa economia, relativamente alla copia dei beneficii conseguiti; poichè le operazioni furono distese su circa 100,000 ettari con una spesa annua di un milione e mezzo. Esse incominciarono simultaneamente in tutte le regioni montuose del mezzodì e del centro della Francia, senza avere però dappertutto il medesimo carattere. Infatti il dissodamento ed il diboscamento non avevano prodotto in tutti i paesi i medesimi effetti, e bisognava quindi dare ai lavori una direzione particolare in relazione coi danni che si trattava di combattere. In alcuni luoghi era sufficiente il rimboschimento, in altri bisognava prima ricorrere ad opere d'arte, non trattandosi soltanto di operazioni di silvicultura. I lavori compiutisi in alcune sezioni di perimetri non costano presentemente, in manutenzione e risarcimenti di piantagioni, che un qualche centinaio di lire all'anno. Così vedremo come in un tempo relativamente breve fu annientata la forza di torrenti terribili, e ristabilita la vegetazione forestale su terreni e su pendenze che da profani dell'arte si sarebbero creduti affatto ribelli ad ogni tentativo di ripopolamento. Quando poi si pensino i vantaggi che questi lavori apportano nelle vallate finora bersagliate da tanti danni e da continue e nuove minacce; i prodotti che in breve potranno dare quelle foreste novelle; i disastri che esse potranno evitare; i risparmi considerabili in manutenzioni di strade; si comprenderà facilmente come le somme spese sono ben lieve cosa. La esperienza fatta nelle Basse Alpi dimostra ad esuberanza non solo esser possibili questi lavori di rinsaldamento di terreni e di rimboschimento di certe terre ingrate, ed in certi limiti di spesa, ma rende altresì evidente il beneficio che essi arrecano a quelle povere popolazioni valligiane, nelle quali è penetrata da qualche tempo la convinzione dell'utilità di essi.

Sul principio agli abitanti di quelle montagne pareva di essere lesi nei propri mezzi di sussistenza, togliendosi loro i diritti di proprietà dei pascoli: ma un tale errore non tardò molto a dissiparsi, sia pei compensi dati a coloro che ne venivano danneggiati, sia coll'applicazione del principio delle sovvenzioni fatte in grande, sia infine vedendo ridati al pascolo i terreni rinsaldati, e soppresso semplicemente l'abuso. Un altro mezzo che merita di essere menzionato, e che dall'amministrazione forestale è adoperato per alleviare la condizione di certe classi povere, è quello di aprire dei lavori convenientemente rimunerati, in quei momenti nei quali le braccia sono disoccupate. Perciò si dispongono le cose in modo, che taluni di questi lavori si eseguiscano durante l'inverno; e fino a che la stagione lo permette, si assicura così il nutrimento a parecchie famiglie bisognose. Il rimboschimento quindi, lungi dall'introdurre delle restrizioni nelle condizioni degli abitanti delle montagne, è invece una sorgente di molti vantaggi, senza contare quelli che po-

Digitized by Google

tranno ottenere in un avvenire più o meno lontano e nel risultato finale e diretto di tutti i lavori.

Si è detto che i mezzi adoperati nel rinsaldamento delle terre sono molto semplici, e che vi si fanno concorrere quelli stessi che la natura adopera, ma resi molto più numerosi, essendo la loro azione piccola: tali mezzi sono in potere dell'uomo e basta solo che la sua intelligenza li faccia opportunamente convergere allo scopo cui mira. Noi abbiamo dovuto infatti convincerci come col mezzo di traverse, di graticci, di soglie, di fascine, di ramaglia distesa, e di altre opere di un'importanza relativamente piccola, si possano ritenere sassi, terre e sabbie; e come guadagnati colla vegetazione questi depositi, il torrente, in luogo di seguire una pendenza ripida ed uniforme, trovi continuamente in essi degli ostacoli che ne depurano l'acqua, ed invece di mettere un certo tempo a discendere dalla cima di un monte metta un tempo anche dieci e fin venti volte maggiore; onde la velocità e i danni si riducono anch'essi in proporzione minori.

Queste costruzioni devono necessariamente essere accompagnate dal rimboschimento che ne è il complemento necessario. Nei torrenti s'incomincia sugli interrimenti prodotti dalle traverse, soglie e graticci, e si estende poscia a poco a poco a tutte le scarpe laterali. Quello poi che si eseguisce sulle pendici, non solo è destinato ad assorbire una parte dell'acqua, ma a trattenere i materiali che tendono a discendere. E appunto in questo momento l'opera del silvicultore interviene e diventa efficace, applica le piccole opere di fognatura, stabilisce le piccole traverse di fascine, di graticci, distende della ramaglia, ec. per raccogliere le acque, scemarne la velocità, trattenere le terre minute che insinuandosi tra le fascine e la ramaglia somministrano le condizioni necessarie allo sviluppo della vegetazione. Una volta che questa ha preso dominio anche per una piccola estensione, e che è giunta all'altezza di poco più di un metro, adempie quasi compiutamente il suo officio.

È necessario osservare che alcune di queste operazioni si devono svolgere quasi nel medesimo tempo, dando nei diversi casi ai lavori una direzione particolare in relazione coi danni che si devono combattere. Talvolta per regolare opportunamente le acque basta il rimboschimento, difficile del resto sempre quando si imprende in grande ed in cattive condizioni; tal altra, invece, dovendo lottare con terreni di una natura geologica sfavorevole, facili a mettersi in movimento, il rimboschimento per sè solo è impotente, e bisogna allora che prevalgano le opere tendenti a renderlo stabile. In altre circostanze poi di terreno, di altitudine e di clima si può ottenere un miglioramento della superficie colla semplice proibizione del pascolo, ed allora i lavori di correzione e di rimboschimento artificiale si possono limitare su piccole superficie, ed a quei terreni che sono profondamente corrosi o nei quali è più urgente riparare la minacciante corrosione.

Nel passare in rassegna la serie dei lavori visitati in corso di esecuzione od eseguiti, se li descriveremo in modo succinto, procureremo tuttavia di darne un

Digitized by Google

concetto chiaro e preciso, che possa servire anche nel caso pratico della correzione di un torrente e del rimboschimento di un bacino; nè ometteremo, via via che si presenterà il caso, quei particolari che saranno indispensabili per le applicazioni.

E qui, prima di chiudere questo breve cenno, sentiamo il dovere di esprimere la nostra gratitudine al Ministero di agricoltura e commercio per aver data l'occasione agli allievi dell'Istituto di Vallombrosa ed a parecchi sotto-ispettori forestali di visitare quegli importanti lavori; l'obbligo di ringraziare tutti coloro che con tanto zelo si adoperarono per rendere più profittevole questa escursione, per la cordiale accoglienza che dappertutto e costantemente ricevemmo e che ci rese facile ed oltremodo gradito l'adempimento dell'ufficio commessoci. Menzioneremo perciò:

il signor A. de Beaune de Beaurie, sotto-prefetto di Barcelonnette, che, non ostante la quarantena stabilita sul Colle della Maddalena pel colera in Italia, ci concesse di entrare nel territorio francese, e ci fu cortese di mille agevolezze;

il signor G. Demontzey, ispettore generale, capo del servizio dei rimboschimenti, per tutte le disposizioni speciali date, affinchè l'escursione nostra riuscisse profittevole sotto ogni rispetto, e per quelle illustrazioni che la sola sua speciale competenza poteva somministrarci;

il signor Darcy, conservatore a Gap;

il signor P. Carrière, ispettore a Digne, che colla più grande competenza dirige fin dal loro principio questi lavori, e che, accompagnandoci in tutte le nostre escursioni, ci ragguagliò ampiamente sulle norme secondo le quali essi sono governati, sulla loro esecuzione, e su tutte le particolarità da noi richieste, per modo da facilitare l'opera nostra per tutti i riguardi ed anche pei numerosi dati statistici somministratici;

il signor Sardi, ispettore aggiunto, pei molteplici lavori d'ufficio concernenti la compilazione delle proposte, ch'egli ci ha mostrati colle rispettive illustrazioni pratiche, e per gli schiarimenti a noi dati intorno all'uso degli strumenti più frequentemente adoperati.

Infine menzioneremo i signori: F. Benardeau, Jauffred, Vessiot, Haas, Cardot, Perrot, Guyot, Moine, Trotabas, Dol e Surell, i quali tutti nei rispettivi lavori, personalmente diretti, ci hanno somministrate preziose notizie, indispensabili per ben intenderli e per eseguirli, mostrandoci non solo gl'immensi ostacoli coi quali hanno dovuto contrastare per il clima, per la natura dei terreni e per gl'interessi delle singole popolazioni, ma occupandosi altresì individualmente degli alunni e sotto-ispettori, cui lo zelo d'apprendere obbligava di rivolgersi a loro con frequenti e nuove domande.

Digitized by Google

Digitized by Google

Parte Prima.

PRINCIPII LEGALI ED ECONOMICI.
ORDINAMENTO DEL SERVIZIO DEI RIMBOSCHIMENTI.

Capo I.

Principali disposizioni di legge.

Fin dal principio di questo secolo l'opinion pubblica in Francia era in apprensione per la ruina continua dei suoi monti e pei disastri delle inondazioni rese quasi periodiche, i cui danni ammontavano ogni volta a parecchi milioni. Dopo lunghi studi, venne nel 1845 presentato all'approvazione del Governo il primo disegno di legge sulla restaurazione delle montagne; e si valutava allora la superficie da rimboschire od inerbare, per ragione di utilità pubblica, ad un milione e centomila ettari. Ma solamente dopo le terribili inondazioni del 1856, le quali oltre a numerose vittime portarono danni valutati oltre a 200 milioni, il Governo si risolvè di affrontare tutte le difficoltà che una legge di questa natura avrebbe potuto sollevare, e dopo una lunga e laboriosa discussione fu approvata e promulgata la legge del 28 luglio 1860 sui rimboschimenti.

Questa legge contiene le prime disposizioni per combattere il danno proveniente dal dissodamento dei terreni in montagna e dall'abuso del pascolo, e stabilisce le norme di esecuzione dei lavori secondo che i terreni appartengono a Comuni, a Istituti pubblici od a privati proprietari. Quando questi lavori non venivano eseguiti dai privati, col concorso del Governo o senza, potevano essere dichiarati obbligatorii; ed in tal caso lo Stato assumeva il diritto di farli eseguire, e ricorreva necessariamente all'espropriazione per utilità pubblica, che veniva effettuata secondo le norme della legge 3 maggio 1841. Così lo Stato diventava proprietario di questi terreni e ne faceva eseguire i lavori.

Invece i terreni appartenenti ai Comuni non potevano essere espropriati; ma lo Stato poteva interdirne l'usufrutto, fissare l'estensione di quelli che i Francesi chiamano perimetri,[1] sui quali era necessario il rimboschimento, e farvi eseguire i lavori. Terminati questi, i privati che avessero voluto reintegrarsi nel possesso avrebbero dovuto pagare

[1] Ho conservato nel corso di questa Relazione alla parola perimetro il significato che dai Francesi le è stato attribuito, di dinotare cioè la superficie anzi che il suo contorno, anche quando le porzioni di questa sono staccate senza alcun rapporto fra loro, tranne quello di trovarsi in una medesima regione e di essere trattate con un medesimo scopo. Queste porzioni staccate di superficie di un medesimo perimetro si chiamano dai Francesi *séries*.

Digitized by Google

l'indennità di espropriazione e l'importo dei lavori in capitale ed interessi, oppure cedere la metà dei loro terreni. I Comuni e gli Istituti pubblici che non volevano o non potevano eseguire il rimboschimento, cedevano allo Stato i terreni, oppure lasciavano ad esso l'esecuzione dei lavori; nel qual ultimo caso lo Stato conservava l'amministrazione e l'usufrutto dei terreni rimboschiti fino a sconto del capitale e degli interessi, godendo il Comune però il diritto di pascolo sui terreni rimboschiti e nel detto modo protetti.

Il rimboschimento secondo la citata legge, per non occasionare una spesa eccessiva in una volta e per non restringere troppo i pascoli ad un tratto, si doveva fare ogni anno soltanto per una ventesima parte della superficie totale sulla quale i lavori sarebbero stati obbligatorii: e non furono inoltre compresi fra i terreni da rimboschire che quelli affatto improduttivi, i quali, dopo che il bosco avesse assicurata la difesa del suolo, potevano essere rimessi a pascolo. Ma le innumerevoli difficoltà pratiche che l'attuazione di questa legge sollevava, come la presa di possesso delle proprietà comunali per parte dello Stato, l'obbligo ai Comuni di pagare i lavori o di lasciare la metà della proprietà, la divisione dei terreni rimboschiti, la ripartizione delle spese, ed altre disposizioni di carattere vessatorio, il pascolo limitato su alcuni punti soltanto, in modo che diventava abusivo sugli altri, resero necessaria una nuova legge, che fu poi presentata l'8 giugno 1864, e colla quale fu concesso ai Comuni di domandare la sostituzione dell'inerbamento al rimboschimento quando la declività del terreno lo permettesse. In luogo poi di ritenere la metà del terreno restaurato col mezzo dell'inerbamento, com'era di diritto per quello rimboschito nel caso che il proprietario non ne avesse pagate le spese, lo Stato non ne riteneva più che la quarta parte.

Inoltre l'amministrazione forestale non poteva riservarsi più del terzo della superficie da inerbare, e potevano essere concesse delle indennità ai proprietari che colpiti da questa legge non avrebbero goduto dei loro terreni; e a tal uopo veniva stabilita una somma di cinque milioni, da spendersi in dieci anni.

La legge sulla restaurazione delle montagne, temperata in questo modo e accompagnata da altre disposizioni contenute nel decreto del 10 novembre 1864, colle quali i terreni inerbati sarebbero soggetti allo special regolamento sul pascolo, e quelli in parte stati rimboschiti per cura dei Comuni sarebbero divisi, tenendo conto di una riduzione proporzionale alle spese fatte, sembrava che essendo resa più favorevole ai Comuni pastorali togliesse loro quelle forti apprensioni che suscitavano continui richiami. Ma tanto queste disposizioni, quanto i rimboschimenti ed inerbamenti promossi col mezzo di premi o di sovvenzioni, fallirono interamente al loro scopo, perocchè ben pochi vi concorrevano, o se pure, in proporzioni non adeguate al bisogno.

Prescindendo anche dalla cifra più o meno esatta di 1,333,000 o di 1,248,000 ettari da rimboschire od inerbare, e comparandola coi 37,609 ettari rimboschiti od inerbati in nove anni, dal 1860 al 1870, si ha una media di 4179 ettari all'anno; cosicchè andando di questo passo sarebbero occorsi circa tre secoli per compiere questi lavori. Queste due leggi erano quindi insufficienti per tutelare quei terreni e per dare qualche risultato concludente: e allora il Governo dovette necessariamente piegarsi alle giuste e numerose lagnanze, e rivedere quelle leggi.

L'11 aprile 1876 fu presentata infatti una nuova proposta alla Camera dei Deputati, nella quale si raccomandava vivamente e si invitava chi di ragione a prendere provvedimenti proporzionati alla grandezza del male. Tale proposta portava delle disposizioni che differivano dalle precedenti; inquantochè estendendo il campo dei lavori obbligatorii ai terreni affatto rovinati, il cui rimboschimento era d'una evidente necessità, obbligava lo Stato ad acquistarli, ma taceva le conseguenze economiche di quest'ardita impresa.

Digitized by Google

Prima però che questa legge fosse definitivamente votata dovette sottostare a diverse fasi ed attraversare molte difficoltà. Discussa nella Camera dei Deputati il 15 e 22 febbraio 1877, depositata in Senato il 1° marzo del medesimo anno, fu ritirata il 26 maggio successivo, presentandosi dal Governo contemporaneamente una nuova proposta.

In questo stesso anno, la grande Commissione idraulica, che aveva dovuto occuparsi dell'uso e del governo delle acque, dovette necessariamente prendere in considerazione anche l'assestamento delle montagne: ed è il progetto emanato da questa Commissione, differente in molti punti da quello votato dalla Camera dei Deputati, che il Governo fece suo e presentò novamente (il 25 maggio 1879) al Senato per la discussione ed alla Camera dei Deputati (22 gennaio 1881). Discusso poi il 29 luglio 1881 ed approvato dal Senato il 23 marzo 1882 nelle medesime condizioni, fu votato definitivamente come legge nella seduta del 31 marzo successivo, e promulgato il 4 aprile seguente.

Ora il Governo può nutrir piena fiducia che la nuova legge sia di generale giovamento al paese, mercè i perfezionamenti della scienza ed i metodi con essa e coll'esperienza conquistati, potendo avere in conto di risoluti i problemi dell'estinzione dei torrenti, del governo delle acque e del dar valore ai terreni instabili ed improduttivi.

I mezzi previsti in essa per giungere a questo scopo sono la restaurazione e la conservazione dei terreni in montagna. La restaurazione non può essere effettuata che quando il suolo è ruinato, e i danni che ne sono derivati o che si minacciano rendono necessari dei lavori, i quali essendo così obbligatorii, hanno il carattere di lavori pubblici, e la legge sull'espropriazione per utilità pubblica viene allora applicata qualunque sia la qualità dei proprietari. Qualora poi questi volessero usare della facoltà loro data di far eseguire essi stessi i lavori di restaurazione che fossero loro indicati, possono costituirsi in consorzi, secondo le disposizioni della legge 21 giugno 1865.

La conservazione dei terreni comprende ciò che si riferisce alla difesa di essi ed al governo del pascolo; e per togliere ogni equivoco fra i lavori di maggiore o di minore importanza, la legge determina esattamente le condizioni nelle quali i provvedimenti di conservazione possono essere ordinati, e affida all'amministrazione forestale il diritto di domandarli, lasciando al Consiglio di Stato di fissare per decreto i terreni da riservare. In quanto al pascolo, la legge concede ai Consigli municipali il diritto di presentare un regolamento che ne fissi le condizioni nel Comune; e per tal modo ha fatto cadere, almeno in parte, l'opposizione delle popolazioni pastorali che aveva finora resi vani gli sforzi dell'amministrazione. In fine i Comuni soggetti all'applicazione di questa legge furono esentati dalle spese di custodia e vigilanza, che costituivano un forte aggravio ed una contribuzione forzata non certamente invocati.

Un regolamento speciale per l'applicazione della legge de'4 aprile 1882 stabilisce le norme da seguirsi per fissare i perimetri dei terreni da restaurare; regola, per quanto concerne i lavori obbligatorii, le condizioni alle quali i proprietari potranno eseguire i lavori prescritti sui propri terreni, e per quanto concerne i lavori facoltativi stabilisce le norme che devono regolare le sovvenzioni che lo Stato concede per incoraggiarli. Il regolamento, il quale è svolto nel medesimo ordine adottato dalla legge, stabilisce per la conservazione dei terreni in montagna, con maggiori particolari per l'esecuzione, il modo di fissare i perimetri dei terreni da proteggere, e i risarcimenti per la mancanza del godimento di essi terreni; inoltre dà le norme generali per regolare l'esercizio del pascolo sui terreni comunali, e le disposizioni transitorie necessarie per facilitare il passaggio dalle antiche alla nuova legge.

Digitized by Google

Capo II.

Mezzi economici destinati a questi lavori.

Come si è veduto sommariamente, le principali disposizioni di queste leggi tendono a riparare il deterioramento prodotto nel suolo, ad impedire che si facciano nuovi danni ed a rendere sicura l'esecuzione dei lavori progettati e riconosciuti necessari, collo stabilire dei fondi per la loro esecuzione. Questi lavori, com'è noto, consistono nel consolidare terreni, nel rimboschirli od inerbarli, e nel regolare il pascolo, cagione al suolo di tanti danni. Sul principio si credette, e si allude alla legge del 28 luglio 1860, che bastasse rimboschire le pendenze scoscese; che le sovvenzioni in premi, in piante e in semi fossero sufficienti per indurre i proprietari ad eseguire i lavori sui propri fondi; ma la legge non ebbe lo sperato effetto, non tanto pel suo carattere in apparenza spogliativo e vessatorio, quanto per le speranze fondate sopra i lavori facoltativi, e sopra i consorzi, che l'esperienza provò essere un'illusione. Questi premi e queste sovvenzioni dovendole poi continuare indefinitamente, lo Stato si sarebbe imposto di pagare delle rendite perpetue ai privati. Non bastava che i terreni deteriorati fossero messi sotto tutela, ma era necessario di prendere almeno delle precauzioni rispetto a quelli che minacciavano di andare in rovina; e perchè tutti i lavori fossero condotti a buon fine, era necessario che venissero eseguiti secondo un determinato disegno e con unità di concetto. Nè ciò si poteva conseguire col semplice mezzo delle sovvenzioni, e neppur si potevano accordare i proprietari nell'esecuzione di lavori prescritti e non obbligatorii; non solo perchè la coltura forestale è la meno lucrosa di tutte, ma anche perchè i lavori eseguiti sulla montagna sono piuttosto un beneficio pei proprietari della pianura.

Per l'esecuzione di questi lavori, tutti sono d'accordo che occorrono dei grandi mezzi pecuniari; ed appunto la legge dell'8 giugno 1860 aveva stanziata una somma di dieci milioni da spendersi in dieci anni, e coll'altra del 24 maggio 1864 veniva accordato un nuovo credito di cinque milioni all'amministrazione forestale a titolo di prova. Senza discutere più oltre i difetti di quelle due leggi, diremo però che dal 1860 al 1883 inclusivo furono spesi 29,066,107 franchi. I lavori sono divisi in facoltativi ed obbligatorii; e lo stato dei primi, dal 1861 al 1878, pel qual periodo sono stati pubblicati dati statistici, si può riassumere come segue:

Terreni appartenenti ai Comuni ed agli Stabilimenti pubblici.

Numero dei Comuni od Istituti pubblici sovvenuti		1165
Superficie totale dei Comuni ed Istituti pubblici che hanno dichiarato di rimboschire od inerbare		89,304^{h} 55^{a} 09^{c}
Superficie	rimboschita	33,917 57 92
	inerbata	579 41 00
	Totale	34,496^{h} 98^{a} 92^{c}
Spese	a carico dei Comuni od Istituti pubblici L.	718,877, 63
	Sovvenzioni dei dipartimenti	673,820, 36
	Sovvenzioni dello Stato	2,405,907, 18
	Totale L.	3,798,605, 17

Si ha così una spesa media di 107 lire per ettaro.

Digitized by Google

Terreni appartenenti ai privati.

Numero dei privati sovvenuti		5095
Superficie totale che i privati hanno dichiarato di rimboschire od inerbare		29,657h 81a 05c
Superficie	rimboschita	16,798 80 39
	inerbata	55 05 16
	Totale	16,853h 85a 55c

Spese	fatte da privati	L.	1,132,305, 52
	Sovvenzioni dei dipartimenti		61,021, 61
	Sovvenzioni dello Stato		636,477, 98
	Totale	L.	1,829,805, 11

cioè, in media, questi lavori su terreni di privati costano 108 lire per ettaro.

Complessivamente, in tutto il territorio francese, i lavori facoltativi si sono estesi sopra una superficie totale rimboschita od inerbata di 51,350h 84a 47c, ed hanno importato una spesa di lire 5,628,408, 28 delle quali 3,042,385, 16 a carico dello Stato.

Rimboschimenti ed inerbamenti obbligatorii.

Numero dei perimetri decretati fino al 31 dicembre 1878		216
Superficie dei perimetri	da rimboschire	117,662h 83a 81c
	da inerbare	21,500 76 89
	Totale	139,163h 60a 70c

Superficie rimboschita od inerbata	*dai privati con sovvenzioni*	rimboschita	4,141h 55a 06c
		inerbata	255 19 80
	dallo Stato su terreni comunali	rimboschita	25,378 01 28
		inerbata	1,435 74 46
	Rimboschita dallo Stato sui propri terreni		4,479 88 58
	Totale		35,690h 39a 18c

La spesa per questi lavori, comprese tutte quelle di consolidamento, strade, capanne, ec., si è elevata:

pel rimboschimento a	L.	10,988,307, 06
per l'inerbamento a		110,192, 38
Totale	L.	11,098,499, 44

La qual somma si trovò ripartita nelle seguenti spese:

In sovvenzioni per rimboschimenti	L.	361,765, 57
» » inerbamenti		5,136, 95
Totale	L.	366,902, 52

Digitized by Google

Pei lavori eseguiti nei terreni dei Comuni e Istituti pubblici e soggetti a rimborso:

per rimboschimenti	L.	8,909,644, 81
» inerbamenti		105,055, 43
Totale	L.	9,014,700, 24

Rimboschimenti eseguiti su terreni appartenenti allo Stato	L.	1,716,896, 68
Inoltre furono dati a titolo di risarcimenti per la privazione temporaria del pascolo		466,228, 30
E però la spesa totale dello Stato pei lavori obbligatorii al 31 dicembre 1878 fu di	L.	11,564,727, 74

In conseguenza delle revisioni fatte in conformità della legge 4 aprile 1882 concernente la restaurazione e la conservazione dei terreni in montagna, si ebbero i risultati seguenti, che si riassumono in numeri tondi, intorno allo stato dei lavori intrapresi dall'amministrazione forestale fino alla promulgazione di questa legge.

Terreni mantenuti nei perimetri d'utilità pubblica	Ettari	76,800
Terreni rimboschiti o parzialmente rimboschiti soggetti al governo forestale		21,400
Terreni abbandonati al libero godimento di quelli che ne hanno diritto	*comunali*	34,400
	particolari	7,300
Superficie totale degli antichi perimetri di utilità pubblica	Ettari	139,900

Da questi dati si rileva lo spirito benevolo che anima l'amministrazione forestale e quanto essa tenga conto degl'interessi dell'agricoltura e della pastorizia. In fatti la superficie primitiva dei perimetri fu ridotta a circa la metà.

Si valuta in numeri tondi la superficie dei terreni, la cui restaurazione costituisce per la Francia un'opera di necessità pubblica, a 246,800 ettari, ripartiti come segue:

Terreni compresi nei perimetri di utilità pubblica nei quali ha avuto luogo la revisione	Ettari	76,800
Terreni da restaurare appartenenti allo Stato		36,000
» » » ai Comuni ed agli Istituti pubblici		93,000
» » » ai privati		41,000
Totale	Ettari	246,800

Di questa superficie circa 40,000 ettari sono già stati restaurati; e di 3000 chilometri di torrenti più o meno importanti, che dal 1882 si disegnava di correggere, sono ora ridotti a circa 2400. Il seguente specchietto mostra, in cifre tonde, la situazione economica al principio del 1886 dei lavori impresi per cura ed a spese dello Stato.

Somma spesa dal principio dei lavori fino al 1° gennaio 1886.

Lavori forestali	L.	10,295,000
» di correzione		5,800,000
Opere ausiliarie		2,454,000
Spese generali		1,934,000
Totale	L.	20,483,000

Superficie totale restaurata	Ettari	3,940
Torrenti corretti	Chilometri	600

Digitized by Google

La spesa media per ettaro di rimboschimento o di inerbamento, si trova di 317 franchi nelle Alpi, di 190 nella regione delle Cévennes e sull'altipiano centrale, di 246 nei Pirenei; quella del metro lineare di torrente corretto, è di franchi 10, 20 nelle Alpi, di 2, 50 nelle Cévennes e di 10 nei Pirenei. Naturalmente queste spese aumentano in ragione delle difficoltà che si incontrano nelle diverse operazioni, ma non sono esagerate quando, come si vedrà, si conosceranno le condizioni eccezionali dei terreni sui quali è stato operato: pendenze fortissime, terre sterili, ed in continuo movimento, clima rigido, pioggie torrenziali, grandine, geli, siccità prolungate, danni del pascolo, ec., onde fu necessario rifarsi anche più volte sulla medesima superficie, il che influisce considerabilmente sulla spesa.

I rimboschimenti facoltativi fino al 1° gennaio 1886 ebbero luogo su una superficie di 55,000 ettari, e importarono una somma di 6,900,000 franchi, ripartiti come segue:

Superficie rimboschite dai Comuni e Istituti pubblici	Ettari	32,400
» » dai privati		22,600
Totale	Ettari	55,000

Spese	dello Stato	L.	3,450,000
	dei dipartimenti		1,040,000
	dei privati proprietari		2,410,000
	Totale	L.	6,900,000
Prezzo medio per ettaro		L.	125

Come si vede, le sovvenzioni dello Stato pei lavori facoltativi ascendono press' a poco alla metà della spesa totale; ma a questa bisogna ancora aggiungere le somme concedute per i miglioramenti dell'agricoltura e della pastorizia, di lire 100,000 nelle Alpi e di lire 200,000 nei Pirenei, oltre a quelle spese dai dipartimenti di lire 12,000 nelle Alpi e di lire 60,000 nei Pirenei.

L'amministrazione forestale francese si è sforzata ogni anno di ridurre alla minor quantità possibile anche i semi da acquistare all'estero, dando ai seccatoi del paese tutto l'incremento che possono comportare i suoi Istituti. Essi sono quelli di Murat (Cantal), di Llagonne, presso Montlouis nei Pirenei orientali, di Aubagne (Bocche del Rodano) e di Fontainebleau; ma una gran parte dei semi viene raccolta anche dall'amministrazione forestale stessa.

Si può calcolare che in media in questi ultimi anni siasi acquistato per oltre centomila lire di semi di piante resinose, e per altrettante ne abbia prodotto direttamente l'amministrazione. I semenzai ed i piantonai alla fine del 1878 comprendevano già una superficie di 144^{h} 51^{a} 79^{c}, e somministravano in media ventisei milioni di piante all'anno pei lavori obbligatorii e cinque milioni e mezzo circa pei lavori facoltativi (pei tre anni 1876-77-78), ed in media somministrarono annualmente durante questo periodo triennale trentun milioni e mezzo di piante; la qual produzione è andata ancora crescendo in questi ultimi anni.

Tutte queste cifre, indicanti, sia la superficie rimboschita o quella da rimboschire, sia le diverse opere di consolidamento dei terreni, non dinotano abbastanza chiaramente l'importanza dei lavori affidati all'amministrazione forestale; ma hanno bisogno di alcune spiegazioni, le quali facciano conoscere non solo lo scopo di questa grande operazione del rimboschimento delle montagne, ma i risultati conseguiti e quelli che si possono attendere. Noi vedremo come da questa operazione dipenda l'avvenire di molti paesi montuosi, e

Digitized by Google

come la chiave per risolvere il problema dei danni cagionati dalle inondazioni sia in gran parte compresa in quello del rimboschimento. Questi lavori non hanno minore importanza per utilità pubblica di quelli destinati a facilitare le comunicazioni, e meritano perciò che siano trattati con uguale liberalità.

Capo III.

Ordinamento del servizio forestale e specialmente di quello di correzione, di rimboschimento ed inerbamento.

L'Amministrazione forestale in Francia è stata elevata a Direzione con decreto del 13 febbraio 1882, e si compone attualmente di sei sezioni che esercitano i servizi centrali, e capo di ciascuna è un ispettore. Un Consiglio, del quale il Ministro d'agricoltura è presidente, tratta le cose generali e più importanti concernenti le foreste. Il servizio esterno è affidato ad un'Ispezione generale composta di cinque ispettori generali; e tutto il territorio francese è diviso in 35 conservazioni (decreto 23 ottobre 1883) formate da uno o più dipartimenti: esse poi si suddividono in ispezioni la cui amministrazione è affidata ad ispettori assistiti da ispettori aggiunti, ai quali competono operazioni in tutta od in una parte dell'ispezione. Per l'Algeria vi è poi un altro servizio speciale non compreso nelle 35 conservazioni nominate.

Inoltre vi sono dei servizi speciali per l'assestamento, pel rimboschimento, e per lo studio del miglioramento della pastorizia. Per l'applicazione della legge del 4 aprile 1882 è stato istituito anche il servizio dei rimboschimenti che tratta tutte le quistioni attinenti alla restaurazione e conservazione dei terreni in montagna. A capo di questo servizio si trova l'ispettore generale P. Demontzey, incaricato di tutto ciò che si riferisce allo studio, tanto sul terreno che in ufficio, dei progetti dei lavori, degli acquisti, dell'impianto o della revisione dei perimetri, dell'assestamento dei pascoli, ed in generale di tutte le quistioni delle quali gli sia prescritto l'esame od il riscontro. Egli ha pure il diritto di iniziativa per tutte le proposte che credesse utili per la buona esecuzione della legge e dei regolamenti. Le proposte quindi presentate dagli agenti dei rimboschimenti vengono verificate dallo ispettore generale; il quale riunisce le diverse proposte, e colle sue conclusioni personali e motivate le sottopone al direttore delle foreste, dopo aver comunicati gli atti ai conservatori locali, il cui avviso dev'essere sempre unito alle proposte, sulle quali il direttore chiama il Consiglio d'amministrazione a deliberare. Le decisioni del Consiglio vengono poi notificate all'ispettore generale che è specialmente incaricato di vigilarne l'esecuzione, ed egli si fa assistere nei suoi giri da ispettori e da ispettori aggiunti che prendono parte alla verificazione ed al riscontro nelle condizioni specificate dal Ministro sulla proposta del direttore delle foreste.

Nel servizio centrale l'ispettore generale capo del servizio dei rimboschimenti è coadiuvato da un ispettore, da un ispettore aggiunto e da un commesso aggiunto.

Il servizio esterno di correzione dei torrenti e dei rimboschimenti è formato da un certo numero di Commissioni, le quali a seconda delle condizioni del terreno, dell'estensione e dell'importanza dei lavori son composte di un maggiore o minor numero di membri, che ordinariamente però non oltrepassa quello di cinque o sei. L'impiegato forestale, durante questo incarico pei parecchi viaggi che è obbligato a fare, riceve un compenso

Digitized by Google

annuo di 1000 lire qualunque sia il suo grado. Il presidente della Commissione è nominato dal direttore delle foreste, ed ordinariamente è un conservatore od un ispettore.

Il territorio francese è presentemente diviso in 18 dipartimenti (Isère, Loire, Rodano, Ariège e Hautes-Alpes, Garonnes, Basses-Pyrénées, Aude e Pyrénées-Orient., Gard, Hérault, Lauzère, Savoie, Ardèche, Drôme, Haute-Loire, Alpi Marittime, Alte Alpi, Basse Alpi) diretti da altrettante Commissioni, formate complessivamente da ben sessanta impiegati.

Quando tutti i lavori di correzione dei torrenti saranno compiuti, e le foreste stabilite non avranno più bisogno di speciali cure, e potrà ottenersi una regolare utilità, la Commissione si scioglierà, e passerà all'amministrazione forestale dello Stato tanto la manutenzione delle strade quanto quella dei manufatti idraulici.

Questo servizio forestale, al quale i Francesi hanno dato il nome semplicemente di *servizio di restaurazione,* è ordinato con tale unità di concetto, che non solo assicura il buon risultato nell'esecuzione di un dato disegno, ma viene eseguito anche con molta economia, e meglio certamente che se il lavoro fosse affidato a due corpi amministrativi diversi.

Il personale forestale è poi educato in special modo alla correzione dei torrenti e dei rimboschimenti; poichè tanto nella scuola di Nancy quanto in quelle inferiori di Grenoble, Villers-Cotterets, Toulouse e Barres, dalle quali escono i brigadieri e le guardie, vi sono dei corsi speciali per questi lavori nei torrenti, con tutti gli esercizi pratici necessari a compire le dimostrazioni della scuola.

In conformità della legge del 4 aprile 1882 furono impartite istruzioni (decreto 12 dicembre 1882 ed istruzioni generali 2 febbraio 1885) pei lavori di restauramento e consolidamento delle montagne, nelle quali istruzioni sono indicati gli elementi più importanti di cui devesi tenere specialmente conto nella compilazione delle proposte e le forme da seguire. Innanzi tutto l'amministrazione forestale designa i terreni nei quali reputa necessario e di utilità pubblica correggere il corso delle acque. Vi si fa uno studio preliminare di tutto il territorio, incominciando dalle più lontane diramazioni dei singoli torrenti, distinguendo rigorosamente le superficie sulle quali si possono eseguire lavori facoltativi, da quelle sulle quali si devono fare i lavori obbligatorii, vale a dire si determinano i così detti perimetri. Gli studi si fanno successivamente Comune per Comune, in guisa da venir poi a comprendere tutta la superficie del bacino o della porzione di bacino sulla quale si devono distendere i lavori. Si stende perciò un atto di ricognizione dei terreni, una pianta dei luoghi ed un disegno preliminare o di massima dei lavori di cui si propone l'esecuzione.

Nell'atto di ricognizione si nota la configurazione del terreno, la superficie, l'altezza media sul livello del mare, le condizioni climatiche e geologiche, lo stato di deterioramento del terreno, le circostanze che lo hanno determinato, i danni cagionati, i pericoli futuri. Si indicano inoltre lo scopo e la natura dei lavori, i risultati che si vogliono conseguire, la circoscrizione amministrativa, i limiti e la superficie complessiva del Comune, la distribuzione di questa superficie per categorie di proprietari (Stato, Comuni, enti morali e privati) secondo la natura dei terreni classificati nel catasto (culture diverse, boschi, pascoli, ec.), e secondo infine la superficie da comprendere o no nel perimetro.

Questo atto di ricognizione vien corredato ancora da due prospetti; dei quali il primo dinota, per ciascuna delle suddette categorie di proprietari, le particelle o porzioni di particelle da comprendere nel perimetro, ordinate per sezioni catastali secondo l'ordine alfabetico e per ordine numerico in ciascuna di queste, la superficie totale e quella da includere nel perimetro, il nome del proprietario, e la descrizione dello stato attuale di ciascuna

Digitized by Google

particella. Nel secondo prospetto si nota il nome delle particelle aggruppate per ogni proprietario attuale, secondo le mutazioni avvenute e la loro rendita imponibile (art. 2 del decreto 11 luglio 1882).

La pianta dei luoghi è fatta secondo il catasto e porta l'indicazione delle sezioni ed il numero delle particelle; la scala che si adotta è di $^1/_{10,000}$ che si riduce anche ad $^1/_{20,000}$ quando le dimensioni del foglio sorpassano le misure di m. 0,90 per 1,20, salvo poi corredarlo, se la chiarezza lo esige, di piante speciali nella scala di $^1/_{5000}$.

Di tale pianta sono fatte due copie, l'una delle quali è destinata a rappresentare con tinte convenzionali lo stato di cultura, indicato nel catasto, le particelle da comprendere nel perimetro, e quelle comunali lasciate fuori; l'altra è destinata a rappresentare i terreni appartenenti alle diverse categorie di proprietari, fatte pure con tinte convenzionali.

Il disegno di massima dei lavori poi fa conoscere la loro natura ed importanza, come pure la stima approssimativa della spesa, e comprende quattro capitoli:

a) I lavori forestali, nei quali si indicano le superficie da rimboschire, le specie legnose da adoperare ed il modo di cultura; si valuta la spesa media all'ettaro, secondo la specie legnosa e il modo di eseguire il ripopolamento del terreno, e si applicano i prezzi di stima alle respettive superficie. Compie questo capitolo un riassunto della spesa totale per le particelle comprese nel perimetro.

b) I lavori di correzione, che comprendono una descrizione sommaria dei lavori da eseguire nei diversi torrenti e ramificazioni, la stima particolareggiata e complessiva di ciascun lavoro.

c) I lavori ausiliari, nei quali si comprende tutto ciò che si riferisce alle strade, alle chiudende, ai trasporti ed alla loro spesa.

d) Le spese generali, le quali comprendono ciò che si riferisce all'accampamento, alla vigilanza, ed alle spese diverse. Questo capitolo termina poi con un riassunto delle spese attinenti a ciascuno dei tre capitoli precedenti.

In fine a questi atti e senza che faccian parte degli atti da sottoporre all'inchiesta, si unisce un prospetto della spesa approssimativa cui può dar luogo l'acquisto dei terreni compresi nel perimetro, ed uno stato delle spese di vigilanza che l'amministrazione dovrà contrarre in conseguenza della istituzione del perimetro medesimo.

L'atto di ricognizione, la pianta dei luoghi ed il disegno di massima, dopo essere stati verificati sul terreno dal capo di servizio e dal conservatore, sono inviati al direttore delle foreste per la revisione, e quindi dall'amministrazione forestale al prefetto, perchè apra in ciascuno dei Comuni interessati l'inchiesta prescritta dalla legge 4 aprile 1882. Tutti i documenti restano depositati per trenta giorni presso i sindaci, e gli abitanti ne sono informati per mezzo di pubblicazioni ed avvisi. Passato questo tempo, un commissario a ciò delegato e nominato dal prefetto riceve durante tre giorni consecutivi le dichiarazioni degli abitanti sulla utilità pubblica dei lavori proposti; e dopo chiuso e firmato il registro delle dichiarazioni, il commissario lo trasmette al prefetto, coi respettivi atti e colle proprie osservazioni. Entro otto giorni dopo chiusa l'inchiesta, il Consiglio municipale esprime il suo parere, che trasmette al prefetto, il quale nomina due delegati, scelti fra persone non comprese nel ruolo dei proprietari delle particelle del perimetro, ed incaricati di rappresentare il Comune nella Commissione speciale. Il Consiglio di circondario poi ed il Consiglio generale nominano ciascuno uno dei loro membri, scelti fuori del cantone al quale appartiene il perimetro, per rappresentarli nella Commissione speciale. Il prefetto nomina infine a far parte della Commissione un ingegnere dei ponti e strade o delle miniere ed un agente forestale, e poi, così completa, la convoca. Essa esamina separatamente, per ciascun Comune gli atti dell'istruzione, le dichiarazioni degli interessati, e dà il suo parere

Digitized by Google

tanto sulla utilità pubblica dell'impresa che sui provvedimenti di esecuzione indicati nella proposta di massima. Il prefetto poi trasmette questo parere con le sue motivazioni e cogli atti respettivi al Ministero d'agricoltura, che prepara la proposta di legge per stabilire i lavori sulla dichiarazione di utilità pubblica.

Dopo trenta giorni dalla notificazione della legge, coloro che vogliono eseguire i lavori conservando la proprietà dei loro terreni, ne devono informare il conservatore delle foreste, se sono privati, ed il prefetto, se sono Comuni o corpi morali. Ai privati il conservatore notifica ciò che essi devono eseguire sui propri terreni, le condizioni di esecuzione ed i risarcimenti che potranno venir accordati dallo Stato, i quali non vengono pagati che a lavoro compiuto; ed in caso di non esecuzione nei termini di tempo fissati o di cattiva esecuzione, i lavori vengono fatti a cura dell'amministrazione forestale.

In quanto ai pascoli, spetta ancora all'amministrazione forestale di indicare i terreni che crede necessario nel pubblico interesse di proteggere, ed a questo scopo compila un atto di ricognizione o disegno di massima ed una pianta del luogo.

L'atto di ricognizione viene compilato secondo le medesime norme stabilite per la formazione dei perimetri di rimboschimento; ma vi si deve inoltre indicare la natura, la posizione, i limiti del terreno sul quale dev'essere bandito il pascolo, la durata di questo divieto, che non deve essere maggiore di dieci anni, ed il tempo concesso per presentare le istanze e chiedere i risarcimenti pei danni che derivano dalla privazione del pascolo. In quanto poi ai pascoli comunali, i prefetti notificano ai Comuni interessati i perimetri di restauramento obbligatorio (art. 23, decr. 11 luglio 1886) o da proteggersi stabiliti da leggi o decreti. Le condizioni di pascolo pei terreni comunali sono fissate da un regolamento che deve indicare la natura ed i limiti dei terreni, le diverse specie di bestiame, il numero dei capi da mandare al pascolo, il tempo in cui comincia e finisce, e le altre condizioni attinenti all'esercizio di esso, come le strade per le quali il bestiame deve passare per andare o ritornare, i conduttori delle mandre comunali, ec. Il sindaco poi di ciascun Comune soggetto alla legge del pascolo trasmette ogni anno al prefetto la proposta di regolamento per l'esercizio di esso, tanto sui terreni che appartengono al Comune e situati nel proprio territorio quanto su quelli di un altro Comune, ed il prefetto lo invia al conservatore per le sue osservazioni. Viene quindi pubblicato, e gli interessati possono presentare al prefetto entro un mese dopo la eseguita pubblicazione le loro rimostranze; e scorso questo termine, se non sono stati accettati, il regolamento, dopo l'approvazione del prefetto e la notificazione al sindaco, diventa esecutivo.

Digitized by Google

Parte Seconda.

PRINCIPII TECNICI SULLA CORREZIONE DEI TORRENTI E SUL RIMBOSCHIMENTO.

Capo IV.

Diverse specie di torrenti; loro parti costitutive e loro fasi; loro cagioni, ed azione della vegetazione; diverse specie di profili; torrente ideale.

Prima di discorrere dei diversi lavori visitati, e per comprendere i principii sui quali sono fondati, le difficoltà superate e la loro importanza, ci sia concesso premettere alcune nozioni intorno alle diverse specie di torrenti, ai principii tecnici sui quali è fondato il sistema di difesa presentemente adottato e ai risultati finora ottenuti e che si possono attendere in avvenire.

Le acque seguono nel loro corso i diversi accidenti del terreno che cause geologiche produssero, ed obbediscono alla legge costante di scorrere secondo linee di massima pendenza, che esse a poco a poco poi modificano formando la curva di un letto più stabile, detto comunemente *thalweg*, appartenente quindi ad una formazione idrologica. Il Surell distingue i corsi d'acqua in riviere, riviere torrenziali, torrenti e ruscelli.

Le riviere sono quei corsi d'acqua che hanno una grande portata, che scorrono in vallate molto larghe, le cui piene durano parecchi giorni; la loro pendenza, eccettuati i tratti che sono vicini alle sorgenti, è piccola e circa dell'1 $^1/_2$ per cento; il letto è variabile di larghezza, e spesse volte non è neppure interamente occupato dalle acque o da esse è occupato soltanto quando si trovano in piena, nel qual caso invadono spesso le campagne adiacenti, distruggendo le raccolte ed arrecando danni gravissimi, le cui conseguenze si fanno sentire anche dopo ritirate le acque. Quando la vallata è più stretta e più corta e la pendenza più rapida, fino al 6 per cento; quando le acque sono più incassate, si chiamano riviere torrenziali, e sono gli affluenti principali delle riviere.

Tutti hanno udito parlare dei disastri che producono i torrenti, ed ora diremo che sono. Un torrente è un corso d'acqua soggetto a piene brevi, ma subitanee; la sua pendenza è molto irregolare, ed ordinariamente anche assai forte; ha la proprietà caratteristica di scavare continuamente e deporre materiali nelle parti più basse del suo corso, divagando sopra i suoi stessi depositi. Però i torrenti non hanno sempre i medesimi ca-

Digitized by Google

ratteri; anzi in essi riscontransi spesso proprietà diverse, tanto rispetto alla loro origine, quanto alle pendenze del loro percorso, alla portata, alla velocità dell' acqua, alla natura dei materiali che trasportano e depositano.

I torrenti sono quindi corsi d' acqua d' ordine inferiore alle riviere torrenziali; la portata normale è molto minore che in queste; scorrono in vallate assai più anguste e più corte, ed il loro percorso è in generale di pochi chilometri; scorrono fra le depressioni dei contrafforti di un declive, con una pendenza assai più grande che nelle riviere e che varia spesso bruscamente. Essi scavano nella montagna, trasportano terre, ciottoli, massi, che poscia depongono nelle valli, ove poi le acque divagano in conseguenza di questi depositi. Le piene sono subitanee e di poca durata; e però taluni definiscono i torrenti anche come corsi d' acqua capaci di aumentare o di diminuire rapidamente per le influenze delle pioggie. Essi provengono da un solo bacino ben determinato, in generale piccolo, e la curva delle variazioni di livello è formata da due linee press' a poco rette, riunite da una curva acuta che può discendere fino a zero, cioè essere a secco durante una gran parte dell' anno. Essi sono alimentati dalla fusione delle masse di neve e di ghiaccio che si trovano sulle alte regioni, e l' efflusso aumenta col calore finchè queste masse sono totalmente distrutte. La quantità e la durata dell' efflusso dipendono naturalmente dalla quantità di neve caduta nell' inverno. La circostanza di seccarsi in certi tempi dell' anno fu presa da taluni come definizione dei torrenti, ma ciò è poco esatto, perchè vi sono dei veri torrenti i quali durante l' estate soffrono una grandissima penuria, ma non seccano. L' irregolarità della pendenza del letto e la breve durata delle piene sono caratteri dei torrenti, ma non costituiscono tuttavia le loro proprietà distintive, perchè si hanno spesso anche nei fiumi o riviere.

La pendenza dei torrenti eccede sempre il 6 per cento sulla lunghezza del loro corso; ed anche variando rapidamente, non si abbassa quasi mai sotto al 4 per cento. Alcuni di essi hanno le acque torbide, e con le loro piene portano la desolazione nei luoghi che invadono; distruggono strade, ponti, villaggi, raccolte, ed isteriliscono coi loro depositi i terreni sui quali sono passate le acque; altri invece hanno una terribile apparenza pel rumore che fanno e che risuona nelle vallate; hanno acque limpide, incassate in un letto stabile, e non solo non recano alcun danno, ma sono il più bell' ornamento e la delizia dei luoghi alpestri: l' industria in certe stagioni dell' anno ne trae profitto, e l' agricoltura se ne serve per l' irrigazione.

La quarta distinzione fatta nei corsi d' acqua è quella dei ruscelli: i quali possono bensì avere una lunghezza maggiore anche di quella dei torrenti, ma laddove questi si distendono sempre in alcuni punti formando certe specie di bacini, i ruscelli invece ritengono sempre il medesimo letto che è piuttosto stretto: inoltre la velocità delle loro acque e la portata sono piccole, onde non possono nè scavare il terreno nè trasportare materiali, e quindi scorrono limpidi.

Nel tracciare queste distinzioni, si è procurato di rilevare più che fosse possibile i caratteri che praticamente sono più facili per distinguere i diversi corsi d' acqua; ma se ne trovano spesso di tali, che partecipano tanto dei caratteri delle riviere quanto di quelli dei torrenti, e così dei torrenti come dei ruscelli. Questo caso si presenta specialmente allorquando, in luogo di considerare tutto il percorso delle acque, ci fermiamo sopra un solo tratto; per la qual cosa è necessario esaminarlo invece fin dalle sue origini, e seguirlo quasi fino allo sbocco. Secondo i punti nei quali si considera, potrebbe presentare dei caratteri misti, risultanti dalla fusione di due delle distinzioni fatte.

Il nostro studio volgendosi specialmente sui torrenti, è conveniente ancora fare altre distinzioni. Ve ne sono alcuni, i quali nascendo e scorrendo su terreni compatti, come

Digitized by Google

graniti, grès, calcari, ec., che difficilmente si disgregano, hanno le loro acque assai limpide. Questi terreni sono ordinariamente ricoperti d'uno strato sottile di terra vegetale; ed una volta denudata la roccia, le acque non trovando modo d'infiltrarsi, sono richiamate con grande rapidità al fondo delle valli: entrano quindi, in conseguenza delle pioggie, in una subitanea piena, e producono nel piano quei disastrosi effetti che pur troppo conosciamo. Questi torrenti non possono perciò caricarsi che di quei materiali, i quali, staccandosi dai fianchi dei monti o dalle rocce che formano il loro bacino, precipitano naturalmente sul loro corso. Essi di rado scavano; e ciò avviene soltanto in quei tratti nei quali essendovi dei forti restringenti, e la portata mantenendosi costante, le acque prendono una grande velocità e la loro azione diventa fortemente erosiva. Tali torrenti hanno l'appellativo di chiari, per la costante limpidezza delle loro acque.

Certi altri, percorrendo un fondo formato da roccia nuda o quasi nuda, caricansi delle materie erose dal fondo o che si sono staccate dai fianchi dei monti, le quali restano sospese intorbidando le acque. Altri finalmente, provenendo da marne, argille, calcari marnosi, ec., che costituiscono terreni facili a disgregarsi, operano pure un trasporto di queste materie assai minute e rendono molto torbide le acque: il qual fenomeno si presenta nella maggior parte dei torrenti delle Alpi francesi, e là si chiamano appunto perciò fangosi, e devastano i dipartimenti del mezzogiorno.

Il Surell, fondandosi sulla posizione dei bacini di ricevimento, divide i torrenti in tre generi. Al primo appartengono quelli che scendendo da una gola percorrono una vera vallata: al secondo, quelli che scendendo da una cresta seguono una linea di massima pendenza: al terzo, quelli le cui sorgenti sono di sotto alle creste e sui fianchi stessi della montagna.

Questa classificazione, oltrechè non determina sufficientemente i caratteri e l'importanza di un torrente, presenta praticamente anche non poche difficoltà. Il Costa de Bastelica li divide invece in due generi, cioè in torrenti semplici e composti. I primi sono quelli che derivano da una sola gola alla quale concorre un numero di burroni più o meno grande; laddove i secondi derivano da due o più gole, delle quali una è la principale.

Paragonando queste due classificazioni, osserviamo che i torrenti del primo genere del Surell non sono altro che quelli composti del Costa de Bastelica, dove ciascuna gola secondaria fa l'ufficio di altrettanti torrenti semplici. I torrenti poi del secondo genere del Surell non sono altro che torrenti semplici. In nessuna però di queste due classificazioni è considerata l'importanza del torrente; onde non possono servire che a dare un'idea della sua origine e della sua forma.

Si trovano sui monti alcune larghe incavature nelle quali la gola del torrente non si presenta che in una forma molto rudimentale. Queste incavature, che hanno l'apparenza d'una conca e che seguono la base od il fianco di un monte, sono sempre asciutte, tranne nei tempi piovosi; e in queste depressioni o conche concorrono parecchi burroni che si riuniscono quasi in un medesimo punto. Esse sono dette dai Francesi *combes;* e sebbene non ismaltiscano ordinariamente che l'acqua cadente sul loro campo di erosione, qualche volta possono tuttavia produrre danni maggiori di un torrente dei generi menzionati.

Il Demontzey, movendo dalle condizioni di origine dei materiali che i torrenti trasportano, li divide in due classi. La prima comprende quelli le cui deiezioni sono prodotte unicamente da scavi delle acque nel pendio delle montagne, e li chiama torrenti di scavo. Distingue la seconda classe in due sottoclassi. Nella prima delle quali comprende i torrenti che dallo scavo che essi producono prendono soltanto una parte dei materiali, e ricevono il resto pel semplice effetto del peso che fa precipitare nel letto i frammenti pro-

Digitized by Google

venienti dalla disgregazione delle rocce superiori, situate ad altezze maggiori del limite della vegetazione, e sulle quali gli effetti atmosferici agiscono senza che vi si possa opporre alcun ostacolo. Questi materiali, che continuamente scendono, si accumulano nei modi più svariati secondo la conformazione del terreno. Talvolta essi ne riempiono le depressioni; tal altra ricoprono tutte le pareti di una specie di circo e formano come un grande imbuto; tal altra ancora assumono la forma di un cono come quello formato da un torrente, se non che i materiali si trovano disposti in ordine inverso, e cioè i più grossi si trovano alla base di questi coni od ammassi.

È evidente che continuando le rocce più alte a tributare i loro frammenti alle regioni inferiori, la superficie di questi ammassi finirà col prendere una, come il Surell la chiama, *pendenza limite;* e siccome la sorgente di tali materiali non si esaurisce mai, così questi continuando il loro cammino andranno a cadere nelle parti inferiori e ad alimentare i torrenti. Tali ammassi nelle Alpi francesi sono noti coi nomi di *clappes* o *casses,* ed i torrenti così alimentati prendono la medesima denominazione.

Nella seconda sottoclasse poi si comprendono i torrenti alimentati dai ghiacciai.

Nei torrenti di scavo si può con opere speciali giungere ad impedire la produzione od il trasporto dei materiali e quindi la loro estinzione; ma per quelli *à clappes* od *à casses* bisogna contentarsi di trattenerli o nelle montagne o nelle loro parti basse, e fare quindi una semplice correzione, perchè le altre opere sarebbero d'un effetto molto dubbio. Nelle parti medie od inferiori poi i torrenti della seconda sottoclasse possono comportarsi come quelli della prima, e necessitare in questi punti i medesimi lavori di consolidamento del letto e delle sponde. L'indole dei quali lavori avremo occasione di esaminare a suo luogo.

Tracciate queste distinzioni dei torrenti, esaminiamo le varie fasi per le quali passano dalla loro origine fino alla loro completa estinzione, ed anche le loro parti costitutive, che ci somministreranno dei nuovi caratteri per meglio conoscerli, ci mostreranno la potenza dei loro effetti, e ci suggeriranno i mezzi atti, se non ad impedire, almeno a rendere i danni men rovinosi.

Se si osserva un torrente, il cui letto sia presentemente stabile e la natura dei depositi determinata nel fondo della valle, si vede che esso è passato per diversi periodi di instabilità, e che una volta le sue acque divagavano portandosi ora verso una sponda ora verso l'altra. A simili torrenti il Surell ha dato il nome di *spenti,* e dalle loro acque l'industria e l'agricoltura possono trarre un grande profitto. Agli altri si potrebbe dare il nome di torrenti *vivi* o *attivi,* per l'attività con cui scavano nella montagna, trasportano nel piano, e per non avere trovato ancora un letto stabile su cui riposare.

Il passaggio di un torrente in piena attività allo stato di estinzione non è mai un fenomeno subitaneo, ma si fa sempre per gradi, come ogni altro fenomeno naturale, non presentandosi mai discontinuità o cambiamenti repentini. Quando un torrente comincia a nascere, dapprima scava verso le sue origini, accumula depositi più in basso, e si presenta in una fase ascendente, perchè le sue operazioni vanno per un certo tempo crescendo di vigoria; e giunto ad un certo punto, vi si mantiene per un tempo più o meno lungo. Quindi, non trovando materie sufficienti da divorare, la sua attività comincia a diminuire, s'indebolisce, e le acque, pur continuando a scorrere, sono in generale assai più limpide di prima. Dopo percorsa questa fase discendente, il torrente si può dire spento.

La durata di queste fasi è variabile, e può essere per ciascuna di qualche secolo e talora anche di parecchi. Nel decorso di questi periodi vi possono essere stati dei momenti di tregua, nei quali il torrente si poteva reputare come spento; ma se si trovasse anche in tale stato, esso è precario, poichè si può risvegliare e riprendere la primitiva energia.

Digitized by Google

Da queste considerazioni scaturisce naturalmente la domanda, quali possano essere le cause che fanno passare un torrente dallo stato di estinzione a quello di attività. Allorquando vien distrutto un bosco, il torrente si può risvegliare, riprendere la sua forza corrosiva, trasportare materiali, che poi va a deporre anche su fertili pianure. Questo fenomeno si è più volte ripetuto anche nei nostri tempi e sotto i nostri occhi; e basterebbe, per esserne persuasi, aver abitato alcun tempo sulle nostre Alpi. Dove i tagli inconsiderati, il cattivo governo dei boschi, e l'avidità d'estendere i pascoli, hanno sostituito alle folte foreste il terreno nudo che esse proteggevano, là si è ricostituita quella energia di torrenti la cui potenza era già stata cagione di conseguenze disastrose.

La storia delle diverse fasi per cui un torrente è passato, e la sua formidabile potenza ci si appalesano nella serie dei suoi depositi, che spesso si trovano in colossali proporzioni. Anche nei nostri monti abbiamo da per tutto torrenti in tutte le fasi; ed il perito forestale deve imparare a conoscerle, per deliberare intorno ai mezzi più acconci da adoperare sia per conservare a taluni il loro stato di letargo o di estinzione, sia per ricondurre in questo stato gli attivi.

Quella poi che i Francesi chiamano *correzione* di un torrente, non è altro che il complesso dei lavori speciali che si eseguiscono nel suo letto o sui monti, per assicurargli una certa stabilità o diminuire almeno quel trasporto di materiali, che ha luogo indipendentemente anche dalla corrosione, prodotta dalle acque del torrente medesimo.

Esaminate le fasi per cui passa un torrente ed alcune delle cause che possono risvegliarne l'attività, analizziamone le sue diverse parti.

In ciascun torrente distingueremo il *bacino* ove si raccolgono le acque, detto di ricevimento, il *canale di scolo* ed il *letto di deiezione*, il quale non è altro che il deposito delle materie trasportate, detto anche *cono*.

Il bacino è una specie di grande imbuto nascosto nei fianchi di una montagna, nel quale le acque si accumulano e scavano il terreno. Esso è dunque come il risultato del lavoro delle acque, e tanto la sua forma quanto le sue dimensioni dipendono in gran parte dalla resistenza che la natura del terreno oppone ad essere scavato. Nel fondo àvvi una bocca alla quale concorrono tutte le acque del bacino, producendo effetti tanto più temibili quanto maggiore è la superficie ch'esso bacino comprende. La resistenza delle rocce varia secondo la loro natura e la facilità colla quale possono essere scomposte dagli effetti atmosferici: perciò le forme del bacino riescono diversissime; tuttavia in terreni della medesima natura hanno una certa analogia.

Il bacino è formato qualche volta da parecchie montagne riunite in giro, ed il collo di quella specie d'imbuto è costituito da una vallata o gola piuttosto stretta e profondamente incassata nei loro fianchi per l'azione delle acque; cosicchè ha l'apparenza di una vera trincea, la quale può avere anche la lunghezza di alcuni chilometri, interrotta qua e là da parecchi altri torrenti più piccoli che affluiscono al principale aumentandone le acque e le materie di trasporto.

Si vedono qualche volta dei bacini, i quali, invece di essere formati da diverse montagne solcate da vallate più o meno elevate, sono formati da una montagna ondeggiante, che in questo caso dà al bacino una più spiccata apparenza d'imbuto che non nel caso precedente. Altre volte esso ha la forma di una depressione, formata dalle erosioni antiche di terreni facili a decomporsi per cagione degli agenti atmosferici e ad essere corrosi quindi dalle acque.

Sembrerebbe facile, al primo tratto, classificare i torrenti secondo la forma dei bacini e la natura dei terreni in cui si sono formati; ma i risultati ottenuti finora da chi tentò una tale classificazione sono ben poco soddisfacenti. Al bacino vengono dunque a concorrere

Digitized by Google

delle gole laterali, le quali si stendono press'a poco come i rami di un albero, e si elevano e si ramificano, accostandosi verso la cima dei monti, e perdendosi in altrettanti piccoli burroni o depressioni del terreno. E qui è opportuno distinguere le gole dai burroni. Le prime hanno in generale una grande lunghezza, e l'acqua vi scorre in una quantità più o meno grande; invece i secondi hanno minor lunghezza, e sono quasi sempre asciutti quando non piove. Se le pendenze di queste gole e burroni sono grandi, ed il terreno spogliato di vegetazione, la riunione delle acque è molto rapida, ed altrettanto più grande risulta la loro velocità e quindi la loro potenza. Questa è tale, qualche volta, da trascinare lungo il cammino i pascoli, la terra vegetale, i detriti minerali; da scavare il terreno, gonfiare improvvisamente i torrenti, i quali alla loro volta si riversano nei fiumi; e questi, incapaci di contenere le acque nel loro letto con tutto che abbiano larghezze enormi, danno origine a quelle catastrofi che distruggono tante ricchezze e producono tanta miseria, che i sagrificii del bilancio dello Stato e delle provincie, uniti alle beneficenze private, non possono sollevare che in parte.

Al bacino segue ordinariamente una gola stretta, nella quale le acque acquistano la massima velocità, e quindi non vi si può naturalmente formare alcun deposito: anzi le acque ne strappano dai fianchi spesso dei massi enormi. La gola poi si prolunga col canale di scolo, che in generale ha una piccola lunghezza, e su questa il torrente è inoffensivo, non producendo nè scavo nè deposito.

Per cagione del canale di scolo la corrente non essendo più chiusa e scorrendo liberamente, cambia il suo lavoro di scavo in quello di deposito, e forma il letto o cono di deiezione; ammasso di materie trasportate e che si distende sopra una superficie piuttosto grande, il cui aspetto è quello d'una grande ruina, che accenna alla formidabile potenza di quelle acque. La forma di questo letto non è accidentale, ma soggetta a leggi determinate; e però la sua figura appartiene ad un tipo dipendente, come si è detto, dalla natura dei terreni, ed invariabile per un dato luogo. Questa figura è quella di un cono depresso, le cui generatrici sono linee continue e regolari della massima pendenza, la quale però è sempre dolce. Di questo cono se ne vede solo la metà, ed il vertice si trova all'estremità del canale di scolo; si avanza nella valle come un contrafforte della montagna o come un vasto ventaglio spiegato ed incurvato; è l'opposto precisamente del bacino di ricevimento, che sembra un ventaglio spiegato, colla concavità rivolta verso il cielo. La larghezza di questo cono occupa qualche volta anche più di due o tre chilometri ed un'altezza di parecchie diecine di metri.

Non è però sempre agevole scorgere il cono di deiezione d'un torrente: qualche volta occorre un'osservazione lunga e minuziosa, essendo spesso il terreno coperto da alberi, da culture, ed anche da case; ma ad un occhio esercitato appare facilmente spiccato e netto.

Si è osservato che il letto di un torrente completo si presenta come una curva continua che ha la concavità rivolta verso il cielo, e la cui pendenza è sempre più rapida dalla valle al monte. Una tale regolarità ci si manifesta nel modo più perfetto anche nel cono di deiezione; e quantunque a prima vista ciò non si scorga, ed anzi si presentino molte irregolarità, tuttavia, a mano a mano che più attentamente si osserva il percorso del torrente, queste irregolarità a poco a poco scompaiono, e la linea che stacca il cono dal piano d'orizzonte si fa sempre più distinta e più regolare.

Se si disegna in una scala qualsiasi il profilo longitudinale del letto d'un torrente che sia passato per tutte le fasi, si osserverà che la curva di questo letto dall'origine del torrente discende rapidamente; inoltre, che la pendenza diminuisce a poco a poco variando però secondo la natura dei materiali deposti e la natura dei terreni che percorre;

Digitized by Google

ragione per cui in un medesimo luogo queste curve hanno una forma tipica determinata e costante. Il raggio di curvatura di questa linea, che diminuisce continuamente verso le sue parti superiori, dà alla medesima una forma che è quale più conviene ad una corrente la cui portata cresce proporzionalmente alla distanza da essa percorsa. Così nel bacino il letto si trova in una cavità rispetto al terreno che lo circonda; laddove, all' uscire dalla gola, si dirige verso lo spigolo del cono, e si presenta come rilevato.

Lo studio della forma del cono costituisce la parte principale di quello dei torrenti; come il bacino ne rappresenta la causa, così questo ne è l' effetto. Per comprendere fin dove possono essere efficaci i mezzi di difesa contro i torrenti, è necessario conoscere le cagioni le quali hanno dato loro origine e la difesa che può opporre la vegetazione. Queste cagioni sono geologiche, topografiche o meteoriche, o il risultato di due di queste o di tutte e tre insieme. La prima risulta dalla natura stessa del terreno; poichè se non fosse atto ad essere corroso non potrebbe farsi scavo, e quindi neppure il trasporto ed il cono. Essendo impossibile cambiare la natura del terreno, non si può a questo fatto opporre una molto valida resistenza.

Anche la forma e configurazione dei monti, dalle quali dipende poi quella del bacino, possono essere in condizioni da accumulare con grande rapidità le acque, la cui forza corrosiva aumenta con lo aumentare della pendenza. Queste costituiscono delle cause orografiche, risultanti già da precedenti e prolungate azioni delle acque, che scorrevano sopra un terreno privo di consistenza: per la qual cosa anche questo effetto deve essere stato subordinato alla natura del terreno e alla sua configurazione primitiva. Non potendo reagire in modo molto valido neppure contro questa causa, dobbiamo almeno cercare di temperare la troppo rapida riunione delle acque, la corrosione, e quindi diminuire i trasporti di materie, opponendo alle azioni meteoriche i mezzi naturali che l' arte può facilmente e con profitto maneggiare. È importante di far concorrere nello studio dei torrenti anche quello delle azioni geologiche, dell' influenza del terreno e del clima sulla loro formazione; poichè da tale esame scaturiscono dati preziosi sulle cause della formazione e dei danni dei torrenti e sui mezzi per prevenirli. Alcune di queste soltanto possono essere modificate dall' uomo, e cioè quelle che si riferiscono alla superficie ed al clima; rispetto al quale ultimo poi, esso non potrà essere che lievemente modificato in un dato luogo e con un lungo periodo di anni. Le operazioni quindi del silvicultore e dell' ingegnere forestale non possono dirigersi che allo scopo di impedire la corrosione superficiale, sia col rivestire il terreno di una vegetazione, sia con lavori che preparino a questa le condizioni indispensabili per la sua esistenza.

L' azione delle foreste si manifesta in moltissimi svariati modi, che sono studiati specialmente nella silvicultura e nella meteorologia forestale: ma questa azione è stata esagerata da taluni a segno da pretendere che essa eserciti una influenza anche sulla ripartizione delle pioggie. Tale influenza sotto questo rapporto non è sensibile, e si deve considerare come semplicemente opinabile. Invero, la pioggia dipende dalle grandi correnti atmosferiche e dai grandi accidenti che esse incontrano sulla superficie terrestre, monti e mari; e i pochi metri di che gli alberi si elevano sopra al suolo possono ben poco influire sulla massa d' aria umida in movimento, la quale ha un' altezza di parecchie centinaia di metri. L' osservazione sulla quale si fonda questa influenza si è che in alcuni paesi, come per esempio nell' Algeria, piove più nelle foreste che nelle regioni sboscate. Qui evidentemente si confonde la causa con l' effetto: perchè la pioggia segue in un modo veramente sorprendente i rilievi del suolo, ed i boschi non vengono spontaneamente che là dove piove più spesso; e l' azione delle foreste sulla distribuzione delle pioggie non può essere ammessa, nello stato attuale della scienza, che come un infinitamente piccolo.

Digitized by Google

Tale azione quindi si deve considerare soltanto rispetto all'economia del legname ed alla consistenza del suolo. Tolta quest'ultima, le acque corrodono il terreno, vi creano dei solchi che a poco a poco si dilatano e divengono burroni o piccole valli: lateralmente a queste il terreno si dirompe e si squarcia novamente, producendo quello stato ruinoso tanto favorevole per aumentare l'impeto e i danni delle acque torrenziali.

Ora che conosciamo il modo di formazione di un torrente, cerchiamo di completare ciò che si riferisce alla figura del profilo del suo letto e del suo cono.

In un torrente dobbiamo distinguere due azioni: l'una che tende a scavare, e l'altra a colmare; l'una e l'altra delle quali non sono mai nulle, predominando invece or l'una or l'altra secondo il grado di torrenzialità. Il Surell ammetteva che il profilo longitudinale è sempre concavo e che la pendenza diviene sempre più rapida verso monte, cosicchè il profilo longitudinale del cono non sarebbe che una continuazione di quello della gola. Invece il Costa de Bastelica, ponendo in evidenza le due azioni di scavamento e di colmamento, le quali sono essenzialmente distinte, mostrò come il profilo di un torrente risulti dall'unione di due profili: quello della gola, che deriva unicamente dalla prima di queste azioni; e l'altro che si presenta sul cono ed è combinato anche colla forza che tende a colmare.

Quando un torrente si trova nella fase ascendente della sua attività, allora all'uscire dalla gola presenta una convessità, tanto più appariscente e che si estende verso valle, quanto più grande è la sua energia. Quando invece si trova nella fase discendente, prevale lo scavo e quindi la concavità; e però se ne deduce che la curvatura convessa o concava è un carattere della instabilità o stabilità del torrente. Così in quelli che sono vicini a spegnersi o che sono spenti, si presenta concavo; eccetto che rinnovandosi il dissodamento questi torrenti non si risveglino.

Da quanto precede si comprende l'importanza della determinazione della curva del profilo, che si rileva sul cono prendendo i punti più salienti del terreno. Tale operazione del rilievo dei profili sul cono, per verificare questa legge, non è tanto facile a cagione delle grandi irregolarità della superficie, quanto di primo tratto sembrerebbe. Nei depositi dei fiumi, ove invece di grossi materiali si presentano delle ghiaie e delle sabbie, questa superficie è più regolare e più facile a determinarsi.

In quanto alla sezione trasversale del cono, essa ha la forma di un arco colla convessità in alto e colle estremità leggermente elevate; cosicchè si può concepire questo cono come generato dal movimento di un arco, avente una curvatura analoga a quella d'una catenaria, e per direttrice il profilo longitudinale.

La convessità del cono è tanto più appariscente, quanto più voluminosi sono i materiali trasportati; ed il maggiore schiacciamento si osserva verso lo sbocco nei fiumi e là dove i depositi non consistono più che in sabbie fini. Così quei torrenti i quali provengono da rocce molto friabili e facili a decomporsi o disgregarsi, danno sempre luogo a coni molto piatti.

Se nessun ostacolo si oppone, il cono cresce sempre in tutti i sensi: lunghezza, larghezza e altezza. Quando le materie trasportate sono superiori a quelle che il torrente smaltisce nella riviera in cui si getta, il cono necessariamente aumenta, si allunga, e finisce coll'allontanare la riviera stessa, producendo una deviazione od una sinuosità che si può ripetere più oltre per opera di altri torrenti. Allorquando però il cono si è inoltrato in un fiume od in una riviera, determinandovi una sinuosità, e che l'attività del torrente è scemata o spenta, il fiume continuando la sua azione sulle sponde demolirà parzialmente il cono, che apparirà ai nostri occhi incompiuto.

Come si vede, l'accrescimento del cono in lunghezza non ha limiti se non nel fiume che

Digitized by Google

incontra; e quello in altezza si fa in modo, che il vertice rimonta continuamente verso l'interno della gola: la pendenza si rende allora più dolce, e si forma un equilibrio fra il trasporto ed il deposito, sicchè l'aumento in altezza finisce col cessare. Questo stato del letto è chiamato dal Surell *pendenza limite*, e dal Breton *profilo di compensazione*, perchè non vi ha più nè corrosione nè deposito su questo letto, il quale è giunto alla sua stabilità.

Si comprende però che questa stabilità è precaria, e deve variare colla quantità e dimensione dei materiali di trasporto; cosicchè se il torrente per una ragione qualunque non portasse più che acqua limpida, il letto soffrirebbe tuttavia delle corrosioni simili a quelle che avvengono sui monti; il suo profilo si abbasserebbe fino a tanto che la forza della corrente fosse in equilibrio colla resistenza del fondo; e quest'ultimo profilo è quello che il Breton chiama *profilo di equilibrio*.

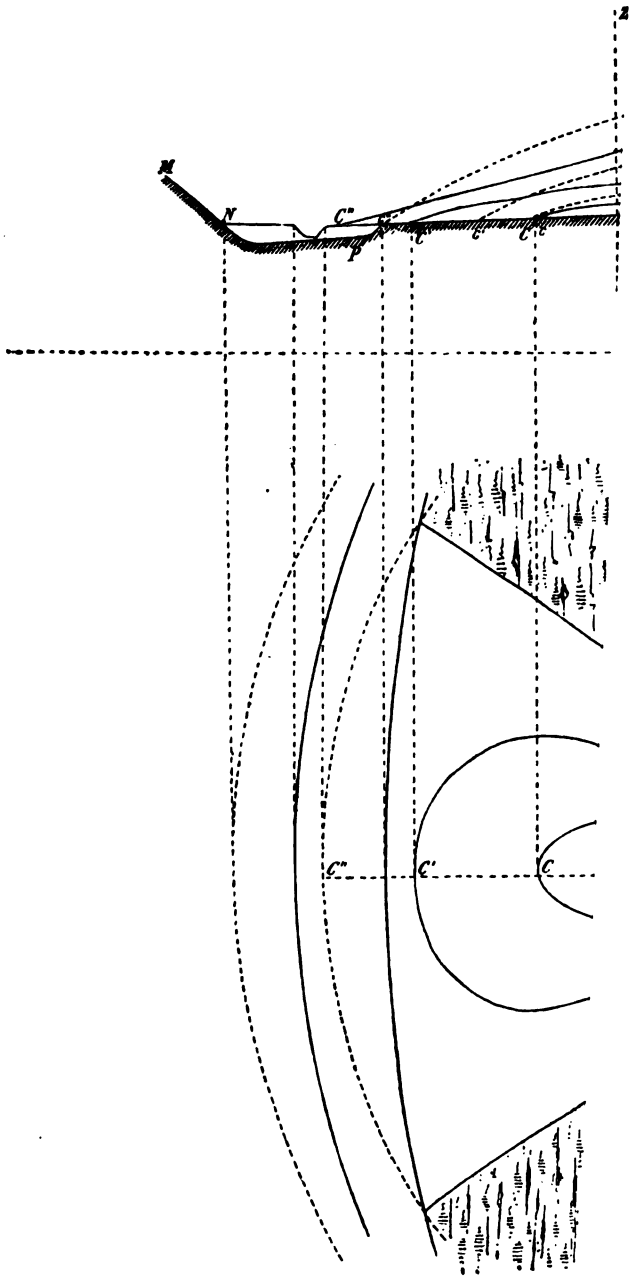
Un punto importante da considerare nella curva di un torrente è quello che determina il passaggio fra l'azione di scavo e di deposito, cioè il punto in cui le acque cambiano, rispetto alla loro azione, di segno. Di sopra a questo punto del cono la curva va diminuendo la sua concavità, presentando quindi un fenomeno precisamente inverso di quello che accade nel profilo concavo della gola: onde si avrebbero due curve distinte che si incontrano e che sono tangenti, quando l'attività del torrente è vicina a cessare od è totalmente cessata. Questi risultati sono però opposti a quelli esposti da Surell, il quale aveva ammesso che la concavità cresceva più rapidamente andando verso monte, e che vi era continuità al punto di passaggio della curva del deposito alla gola, non avendo osservato che in quel punto non vi poteva essere che tangenza fra due curve differenti.

I fenomeni precedentemente indicati, e che si producono nelle diverse fasi di un torrente, il Demontzey li rappresenta con una figura che è molto opportuna per chiarire quanto si è detto (*Fig.* 1). Sia infatti *MNPQR* il profilo trasversale di una valle colla falda laterale di un monte, e supponiamo che su questa si sia aperto, in conseguenza di una pioggia violenta o di una fusione improvvisa di neve, un burrone o una solcatura; questa seguirà la linea della massima pendenza, ossia quella di profilo *RQ*. Questa prima solcatura viene rappresentata colla curva *a b* concava verso l'alto; le materie provenienti da esso si saranno depositate in basso secondo il profilo *a c*, che sarà il profilo di deposito. Se dopo questa condizione di cose non avvengono più per un certo tempo pioggie torrenziali o fusioni subitanee di neve, le corrosioni sul profilo di scavo saranno piccole, e la disposizione di esso dopo un certo periodo di calma sarà quella indicata dalla curva *AB* concava verso l'alto. Nel profilo di deposito poi le acque ordinarie non avranno fatto che demolire l'antica alluvione; onde si sarà disposto secondo la curva *CA*, volgente pure la sua concavità in alto. Queste due linee devono essere evidentemente tangenti nel punto *A*.

Supponiamo ora che al periodo di calma seguano delle pioggie continuate, che alle abbondanti cadute di neve succedano in primavera dei venti sciroccali, da produrre una subitanea fusione; allora si ripeterà a monte del punto *B* un nuovo grande scavo, e conseguentemente un deposito a valle, cosicchè si avranno i due nuovi profili *b' a'* ed *a' c'*, l'uno concavo verso l'alto e l'altro concavo verso il basso. A questi due profili, l'uno di scavo e l'altro di deposito, succedendo un periodo di parecchi anni di calma, l'azione delle acque li modificherà; ed il risultato sarà la disposizione che è rappresentata nella curva *C' A' B'*, composta di due altre concave verso l'alto e tangenti nel punto *A'*.

Questa successione di profili continua indefinitamente finchè il terreno è suscettibile di essere scavato, e la curva dei depositi passerà alternativamente dalla forma convessa alla concava. La prima è assunta soltanto in qualche straordinario accidente meteorico;

Digitized by Google



Digitized by Google

2

i
l
il
d
p
s

n
p
el
co
il

il
ri
m
qu
ch
od
il
e
av
di

re
qu
fal
un
qu
sol
nie
de
tor
e l
cor
der
sua

abl
sul
cor
l'u
di
del
cur

di
alla

Digitized by Google

la seconda invece corrisponde ad un periodo di quiete relativa nel lavoro delle acque, ed è dovuta a quella che i Francesi chiamano *triage* (sceveramento) dei materiali.

Supponiamo ora che dopo il punto R segua una roccia molto dura rappresentata in sezione da RS, e che il profilo $C''A''$ sia quello di compensazione; per modo che quanti sono i materiali che scendono dal monte, altrettanti siano quelli trasportati verso valle. La corrosione a monte in queste condizioni non può più evidentemente effettuarsi, ed il profilo $A''B''$ diventerà quello della roccia stessa. Con ciò i materiali che alimentavano il torrente sono andati diminuendo, e la forza corrosiva dell'acqua non potrà che abbassare il profilo di compensazione; cosicchè esso prenderà a monte le posizioni indicate in TV, $T'V'$, $T''V''$, le quali linee devonsi intendere continuate a valle fino al punto C'' di confluenza con un fiume od una riviera. Il profilo $C''T''V''$ sarà poi il profilo di equilibrio corrispondente alla natura del terreno e dei materiali del letto, ossia la curva definitiva che assumerà il torrente.

Esaminiamo ora quello che avviene nella sezione trasversale del torrente (*Fig.* 1 e *Fig.* 1 *a*) nelle sue diverse fasi. Quando si è prodotto il primo scavo e la sua corrispondente prima alluvione, la parte superiore ab della curva di scavo si presenta trasversalmente come una profonda solcatura avente la forma di un triangolo, colla sua base in alto (*Fig.* 2); a valle poi di questo piccolo tratto di curva, la base di quel triangolo si allarga, e lateralmente vengono a deporsi alla rinfusa materiali di diverse grossezze, che costituiscono quasi come due piccoli argini con scarpe regolari (*Fig.* 3).

Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Quando la corrente delle materie è giunta nel punto Q, non trovandosi più chiusa fra i monti, e cambiando repentinamente la pendenza, l'alluvione si allarga e si distende come un ventaglio; le pietre più grosse, che ne impedivano il cammino, sono gettate da una parte per la velocità acquistata nella discesa dalla corrente stessa, e mescolate con altre pietre più piccole; il trasporto in massa cessa, subentra una considerabile diminuzione di velocità, e si manifesta nella sezione trasversale ac dell'alluvione, presa questa sezione secondo ZZ' una depressione verso il vertice della curva (*Fig.* 7).

Ora vediamo ciò che accade nelle sezioni trasversali dei punti A, A', A'' del profilo longitudinale, e riportiamoci contemporaneamente alla proiezione orizzontale del letto del torrente (*Fig.* 1 *a*). Dopo il primo grande scavo, la sezione in A è formata da due linee mo ed no. Questa solcatura tende a poco a poco a colmarsi; e mentre lo scavo continua a monte, a valle a mano a mano si riempie. Quando esso è giunto in $A'B'$, la sezione in A (*Fig.* 4) si è riempita fino in pq a cagione dell'alzamento del letto che giunge fino a questo punto. Intanto in A' la sezione (*Fig.* 5) diviene un triangolo $m'o'n'$, colle scarpe $m'o'$ ed $n'o'$ più profonde. Qui si ripete il medesimo fenomeno che nella sezione A: le materie trasportate dall'alto estendono anche verso monte l'alluvione, e la sezione A' tenderà a riempirsi a poco a poco; e quando la corrosione è giunta in B'', la sezione A' si è riempita fino alla linea $h'l'$, e l'alluvione è salita fino in A'' (*Fig.* 6), dove la sezione trasversale avrà sofferto una corrosione molto profonda. Ritornando ora sulla sezione A, questa sarà compiutamente coperta dai depositi che si saranno disposti secondo la li-

Digitized by Google

nea *h l*. Tali alzamenti si producono contemporaneamente sul cono, e sono rappresentati nella sezione trasversale (*Fig.* 7), fatta dal piano la cui traccia nella proiezione orizzontale è *Z Z'*. E gli effetti del trasporto combinati con quelli del *triage* danno poi alla proiezione

Fig. 5.

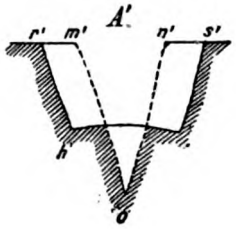
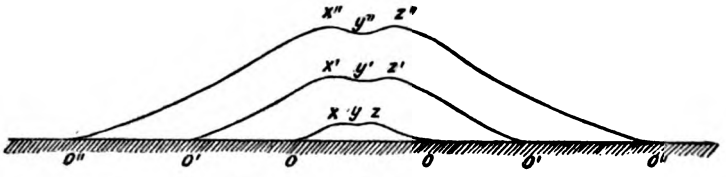


Fig. 6.

orizzontale del cono la forma d'una porzione di ellisse. La linea *L E* si trova avere una pendenza più forte della *L C;* cosicchè se il torrente incontra in *L* il più piccolo ostacolo, esso abbandonerà il letto *L C* per prendere la direzione *L E,* producendo il medesimo effetto che su *L A,* cioè prolungando il cono ed alzandolo. La medesima cosa può avvenire

Fig. 7.



dall'altra parte; ed allora esso abbandonando la forma ellittica in conseguenza di questo allargamento continuo, prenderà quella circolare, e spingerà innanzi il fiume o la riviera, tendendo a mandarlo da *P* in *N* sulla riva opposta, se questa è di natura tale da essere facilmente scavata. Nel caso contrario, divagherà nel piano secondo altre direzioni.

Capo V.

Mezzi speciali di difesa contro i torrenti. — Formazione dei perimetri; lavori di correzione; traverse di ritenuta e traverse di consolidamento.

Le opere di difesa adoperate fino a questi ultimi tempi contro i torrenti si potevano ridurre ad alcuni muri longitudinali o trasversali, ai cavalletti e casse, all'abolizione del pascolo ed all'incremento dei boschi. L'adoperare l'uno o l'altro di questi mezzi dipendeva dall'importanza e dalla grandezza della superficie del terreno da difendere, non che dallo scopo che si voleva conseguire e dai mezzi di cui potevano disporre i proprietari.

Tali mezzi si adoperano ancora oggidì; ma si devono risguardare come provvisorii, finchè non sia provveduto alle origini del torrente con gli altri che l'arte ha ora additati

Digitized by Google

più efficaci. Infatti in tutti quei luoghi nei quali il letto non ha preso ancora la *pendenza limite,* è evidente che le materie continueranno a depositarsi, prima le più grosse e pesanti e quindi le più minute e leggiere, cosicchè il letto continuerà ad aumentare con tutto che gli argini ne abbiano ristretto il corso, si alzerà e li sorpasserà senza che vi sia alcun rimedio; e colla loro costruzione non si eviteranno i depositi, ma si trasporteranno più o meno lontani.

Tutti gl'ingegneri, e quanti hanno avuto occasione di costruire opere di difesa contro i torrenti, hanno dovuto convincersi che questi mezzi sono insufficienti, spesso inutili e qualche volta dannosi, perchè non fanno che trasportare il danno da un punto ad un altro senza apporvi rimedio. In fatti l'azione degli argini longitudinali e trasversali è di aumentare la velocità della corrente e d'impedire i depositi; le materie in movimento però, dovendo in un luogo od in un altro deporsi, finiscono coll'essere trasportate semplicemente più lontane ed in punti nei quali siano innocue. Se da una parte ciò può essere un beneficio, perchè i danni potrebbero essere minori, d'altra parte non si fa che cambiar loro di posto, e più o meno tardi si esigeranno nuove opere e nuove spese. E se in qualche modo si arriva a menomarli, si accrescono però quelli dei fiumi; oltrechè queste opere non vengono eseguite che dopo il danno e non lo prevengono, come sarebbe necessario.

Le traverse, briglie o serre, che significano la medesima cosa, hanno in sè un principio più razionale, in quanto prendono il male un po' più verso l'origine. Ma anch'esse da sè sole non sono sufficienti; perchè una volta che le materie sono in movimento sulla montagna, dovendo necessariamente scendere, quei ripari non sono che di una utilità affatto relativa. L'insufficienza di questi mezzi ha obbligato a risalire alle origini prime dei danni per cercarvi i rimedi, cioè al bacino, e più propriamente ad impedire la corrosione nelle più piccole depressioni o solcature del terreno che possono dare origine a burroni o torrenti; alla qual cosa non si può arrivare se non col conservare la vegetazione dov'è o ristabilirla ove manca. In fatti se anche si potesse confinare e ritenere quei mostruosi ammassi che scendono dai monti, non si porrebbe mai un rimedio alla ruina delle rocce superiori, che senza la vegetazione proseguirebbero a distruggersi.

Non si tratta quindi di cercare costruzioni più o meno resistenti, adatte alle diverse circostanze; ma è evidente che il mezzo più adatto sarà quello di rimettere i terreni, nei quali si raccolgono le acque torrenziali, nel loro pristino stato, e cioè, movendo da alcuni punti più facili ad essere coperti dalla vegetazione, procurare di riunirli a poco a poco estendendola e ripetendo così ciò che la natura stessa un giorno operò lentamente.

Il duplice modo di agire delle piante sulla portata e sul consolidamento dei terreni costituisce sempre il mezzo più sicuro e più efficace di preservazione e di estinzione; e sebbene gli altri mezzi si debbano considerare come provvisorii, è tuttavia importante studiarli per metterli in una giusta misura, tanto più che il primo mezzo sarebbe da per sè insufficiente.

I lavori sinora compiuti con tanta alacrità ed intelligenza in Francia, e gli effetti ottenuti, ci possono servire di esempio e di guida sicura per ciò che si dovrà fare anche fra noi. Nel mentre quelli sinora adottati non hanno fatto che trasportare i danni ad un'epoca più o meno lontana, colle opere attuali non solo si provvede per sempre contro di essi, ma si soddisfa anche ad uno scopo economico, inquantochè si impiega un capitale del quale le generazioni future godranno i frutti. L'opera della natura è sempre lenta, ed i nostri interessi esigerebbero che fosse efficace e pronta, che si conseguisse presto un profitto del capitale impiegato: ebbene, usando certe specie legnose si può fino ad un certo punto soddisfare anche a questa esigenza, ed ottenere relativamente presto da questo capitale un frutto modesto ma certo.

Digitized by Google

Dovendo specialmente combattere la corrosione superficiale del terreno con una vegetazione erbacea o legnosa, secondo i casi, è necessario prima dare a questo terreno la debita stabilità, affinchè la vegetazione possa sussistere. Questa stabilità si ottiene con una serie di lavori preparatorii, provvisorii o permanenti: ma prima d'intraprenderli, si devono studiare i limiti entro i quali circoscrivere il campo delle operazioni. Si dovrà, cioè, determinare la zona sulla quale stendere i lavori, che consisteranno prima in opere di correzione, e quindi, data al terreno la stabilità necessaria, si darà mano al rimboschimento.

Per tracciare la zona, esaminato il torrente dalla sua foce fino alle sue origini, parallelamente al suo corso si tracceranno delle linee press'a poco parallele, e ad una distanza che varierà secondo la natura del terreno e della sua pendenza, le quali linee seguiteranno senza mai interrompersi tutte le più piccole diramazioni del torrente e solcature del terreno fino alle estremità superiori del bacino. Lo spazio compreso fra queste linee costituisce la così detta zona di difesa, la quale avrà una larghezza variabile e dipendente dalla rapidità della pendenza. Così in basso sarà sufficiente che sia larga una cinquantina di metri, mentre nel bacino potrà essere larga anche oltre cento metri. È chiaro che queste linee nel bacino finiranno coll'intrecciarsi e confondersi talmente, che per dare una certa regolarità alla zona si sarà obbligati di assegnarle la maggior larghezza possibile in relazione alla difesa del terreno.

E appunto nei lavori di questa parte del bacino si richiede un'intelligenza molto attiva, perchè qui le difficoltà sono più grandi per la pendenza, per la natura arida del terreno e per la distanza dagli abitati. L'abilità qui del silvicultore sta appunto nel conquistare prima alcuni punti, e quindi nell'estendere la piantagione su tutto il bacino, con un bosco la cui densità vada sempre crescendo. Se si abolisse assolutamente il pascolo, il rimboschimento si opererebbe in molti casi anche da sè, abbandonando il terreno alla natura: tuttavia siccome essa vi provvederebbe con molta lentezza, conviene ricorrere anche a mezzi artificiali, essendo le spese sufficientemente compensate e non potendo cader dubbio sui risultati.

Essendo poi le sponde dei torrenti spesso solcate da burroni, bisogna ricorrere a speciali artificii per rendere la superficie uniforme e rimboschirla; e nel caso in cui fosse troppo instabile, ricorrere a quelle opere speciali che saranno fra poco descritte, e quindi alla piantagione.

Gettando uno sguardo su quelle immense estensioni nude, e su certe superficie in continuo movimento, come avviene nelle Basse Alpi, è naturale sentirsi sgomentati per le difficoltà di far attaccare la vegetazione, trattandosi ordinariamente di terreni sterili e di spese colossali. Riflettendo però su quegli avanzi di boschi sparsi qua e là, i cui alberi si contentano di vivere fra i crepacci di una roccia, e che si sono salvati unicamente perchè non vi è potuta penetrare, per difficoltà di accesso, la mano dell'uomo, e pensando che la natura lasciata libera ha riconquistato molti di quei punti, lo sconforto cessa e si vede la possibilità di questa impresa. Si esige senza dubbio uno studio profondo del luogo, una certa costanza, un procedimento razionale, scegliere le piante più confacenti alla natura delle terre ed al luogo, e assidua prestazione di cure. Gli ingegneri, i silvicultori francesi, con una pazienza che non ha pari, hanno potuto ripopolare deserte contrade che prima si sarebbero credute ribelli a qualunque cultura. E qui conviene osservare che non devesi dedurre dal fatto particolare della riuscita di una pianta in un dato luogo, come pur troppo sovente accade, una regola generale, il che sarebbe sufficiente per compromettere l'intero lavoro e sprecare ingenti somme. Nelle Basse Alpi esperienze locali e speciali hanno determinato le specie legnose più acconce per quella regione e per un dato scopo.

Digitized by Google

Non potendosi ordinariamente restringere questi lavori ad una privata proprietà, perchè vanno eseguiti per una estesa superficie, si esigono dei grandi mezzi proporzionali allo scopo, se si vuol approdare a qualche risultato concludente. Debbono quindi comprendere una certa estensione di terreno; ed appena ricoperti di vegetazione alcuni punti, questi debbono essere come altrettanti centri per diffonderla. Infatti, in questi punti conservandosi una certa umidità, le radici si possono distendere, e gli alberi trovano continuamente condizioni favorevoli per guadagnare nuovo terreno. Quei centri a poco a poco si riuniscono, e finiscono col formare un solo corpo, un solo bosco. Questo lavoro, se venisse affidato unicamente alla natura, sarebbe troppo lento, e perciò vi deve intervenire l'arte per favorirlo e renderlo più rapido.

L'amministrazione forestale francese, che ha la gloria di aver risoluto il problema dell'estinzione dei torrenti, ha dato a questi mezzi di difesa un carattere molto pratico, proporzionando ai bisogni della popolazione il pascolo ed il bosco; imitando la Svizzera, ove il prato ed il bestiame costituisce una cospicua sorgente di ricchezza, e i dintorni di Seyne ci offrono il più bell'esempio di questa felice combinazione, che è il miglior provento di quel paese. Se anche fra noi si riuscisse a sostituire ai nudi terreni boschi alternati con prati e pasture, ed al pascolo delle pecore e delle capre quello del grosso bestiame, si otterrebbe una produzione vantaggiosa in concimi, e si avrebbe risoluto uno dei più grandi e più importanti problemi economici.

Si è avvertito esservi molte circostanze, nelle quali il rimboschimento non è un mezzo sufficiente pel governo delle acque. In fatti vi sono dei terreni di una natura tale che si decompongono assai facilmente al contatto dell'aria; e allora le acque diventano fangose e trasportano un'enorme quantità di materiali; e in tal caso non si tratta più di una semplice questione di silvicultura. Tali terreni con una pendenza fortissima, confinati in un clima ove le pioggie torrenziali sono frequenti, si trovano ad ogni istante esposti a rovina e non possono essere rimboschiti se prima non si provvede al loro consolidamento. Occorrono cioè delle opere d'arte per togliere le pendenze troppo rapide, che sono la causa della corrosione del fondo e delle sponde. Tali opere consistono in certi muri di caduta chiamati traverse, che si stabiliscono in un dato numero lungo il corso di un torrente, in modo che arrestino a monte i materiali trasportati dalle acque formando una serie di interrimenti, il cui profilo longitudinale deve corrispondere alla pendenza di compensazione. Altre volte queste opere consistono in apposite docce pavimentate, oppure in canali di vera fognatura. Si comprende poi come mutando la natura dei terreni che un torrente percorre, e quindi la facilità con la quale il fondo e le sponde sono corrose, muteranno pure i lavori da eseguirsi e la loro importanza, alla quale si dovranno subordinare le spese.

Sovente questi lavori si presentano in tali condizioni che è necessario mettere le loro dimensioni e la loro posizione non solamente in relazione col loro scopo, ma anche coll'economia e colle difficoltà pratiche di costruzione. Oltre le traverse si adoperano, come vedremo, anche dei graticci longitudinali e trasversali, ed il più delle volte si combinano questi colle prime, ottenendo così un risultato superiore a quello cui si potrebbe giungere sostituendo al letto ed alle sponde una pavimentazione che ne impedisse la corrosione.

Un altro ordine più economico di lavori, che si applica specialmente ai burroni ed alle vallicelle, che si possono considerare come piccoli torrenti, è quello dei graticci e dei fascinami, dei quali nei seguenti capitoli apprenderemo le differenze, la costruzione ed il loro effetto.

Le traverse, come si è veduto, sono costruzioni destinate a produrre a monte di esse dei depositi, e per conseguenza a diminuire la pendenza del *thalweg*, ed a far sì che le

Digitized by Google

sponde possano prendere delle scarpe meno inclinate. Queste traverse si chiamano anche chiuse o serre, perchè appunto destinate a sbarrare e chiudere le valli, e coll'inalzamento del letto a produrre anche l'allargamento della sua sezione, onde vengono trattenute le grandi masse di materiali nei monti, dove sono innocue e permettono di dare stabilità ai terreni laterali per poterli poscia rimboschire.

Rispetto alla loro durata, se ne distinguono due specie. Quelle costruite nel letto di un corso d'acqua costantemente alimentato, sono opere che devono avere una grande stabilità, e la loro durata dovrebbe essere presso che infinita. Non si possono quindi costruire che in muratura, adoperandovi dei grandi massi, scelti fra i materiali migliori. Le altre sono destinate a provvedere temporaneamente alla difesa del terreno, e finchè esso non sia compiutamente rivestito colla piantagione. Esse consistono ordinariamente in muri a secco, oppure sono traverse in legname od anche di costruzione mista, e si applicano più di frequente nei burroni e nelle piccole ramificazioni dei torrenti.

L'uso di queste costruzioni è antichissimo, quanto possano essere i danni dei torrenti e delle frane; e quantunque esse siano semplici e naturali, tuttavia sembra che da noi a descriverle sia stato primo il Viviani, il quale, per troncare il progresso del riempimento del letto dell'Arno, proponeva[1] « che (oltre al rinnovare gli antichi bandi e ridurre a più esatta osservanza le proibizioni del taglio dei boschi sulle Alpi) incominciando dalle valli laterali più prossime ad Arno, nelle quali di necessità si riducono tutte l'acque, in quelle sole dirupate e sciolte, che avessero bisogno d'essere sostenute (le quali di numero non sono infinite), si andassero dal piè dei loro fondi su su verso i loro principii disponendo e fabbricando, in aggiustate distanze fra loro, più serre, o chiuse, o leghe, o traverse, che dir si vogliano, di buon muro a calcina, traforate da spesse feritoie, su larga pianta stabilmente fondate, e con grandissima scarpa al di fuori con loro banchine, o platee, o batoli a piedi, o con più riseghe, o pur gradi; dove fosse necessario ridurle di tempo in tempo a maggiore altezza, dopochè per di dietro si fossero rincalzate dalla materia, che l'acque naturalmente vi condurrebbero, non convenendo farle di posta alte quanto vi vanno, per non l'esporre a rovina ec. La forma di queste serre per lo più dovrebbe essere in angolo, o arcuata, col convesso volto in dentro alla venuta dell'acqua, ed a zana, cioè alquanto più basse nel mezzo che alle testate, da fermamente incassarsi dentro le ripe.

» Con tali serre verrebbe moderata la gran pendenza di quelle valli, ed in conseguenza frenata giù per esse la soverchia caduta dell'acque, e fermata perciò la corrosione dentro il suolo delle medesime valli.

» Fabbricate, e rincalzatesi queste chiuse, si dovrebbe su per esse valli, in quei luoghi dove già non fossero, fare diverse, o folte piante di boscaglia, o da fuoco, o da taglio, la più appropriata alla qualità dei terreni, e del sito, per distanza (di qua e di là da' suddetti fondi, e chiuse) la maggiore, che possibile fosse occupare col minor incomodo dei possessori, ma almeno di braccia trecento per parte, avuto riguardo ai bisogni dei luoghi, alla grandezza delle valli, ed alle loro maggiori, o minori pendenze, tanto laterali, che andanti; provvedendo qui ancora, con pene, alla conservazione perpetua di tali boschi, i quali però debbano sempre restare a dominio dei loro veri padroni. »

I mezzi suggeriti dal Viviani non sono nè più nè meno che quelli messi in opera da tempi remoti presso di noi, in diverse provincie, e in grandissime proporzioni poi in questi ultimi tempi in Francia.

Volendo giudicare il merito di questi lavori, è necessario esaminarli sotto i diversi

---

[1] Vincenzo Viviani, *Discorso intorno al difendersi da' riempimenti, e dalle corrosioni dei fiumi applicate ad Arno in vicinanza della città di Firenze.* Firenze, 1684.

Digitized by Google

aspetti nei quali sono stati costruiti, e farne rilevare nei diversi casi tanto i vantaggi che gli inconvenienti. Le traverse noi le considereremo sotto due aspetti diversi; e cioè, o come mezzo per trattenere le materie trasportate dalle acque, oppure come mezzo immediato pel consolidamento del terreno.

a) Nel primo caso, servono di difesa diretta delle terre state finora invase, ed hanno lo scopo di concentrare in vasti bacini e per un tempo più o meno lungo le materie trasportate dai torrenti, le quali vengono così immediatamente trattenute. Queste traverse in un medesimo *thalweg* sono sempre a monte di quelle di consolidamento, le quali sono destinate ad opporsi alla corrosione del letto ed a renderlo stabile.

Per trovare, come si è detto, un rimedio efficace contro questi trasporti, bisogna risalire all'origine dei danni, e cercare di trattenere le terre ed i massi nell'interno delle vallate e delle gole dei monti. Quantunque i mezzi immaginati non siano molto differenti, e si tratti sempre di traverse, tuttavia sono diverse rispetto al punto ed al modo con cui si applicano; e noi esamineremo questo sistema e le critiche fatte, dalle quali dedurremo le migliori condizioni di applicazione.

Abbiamo veduto che l'allargamento di sezione è uno dei mezzi più potenti per diminuire la velocità e quindi per trattenere le materie: perciò le traverse disposte nella parte superiore del deposito, che rimonta nell'interno dei monti e che Scipione Gras denominava *canale di deiezione,* non nuocono agl'interessi dei proprietari delle rive come quelle collocate verso il cono; ed hanno uno spazio sufficiente, che mancherebbe invece nella gran gola. Predominando in questa specie di traverse il principio dell'allargamento di sezione, si manifesta necessario che esse siano piuttosto larghe, che la loro sommità sia orizzontale, non importando che abbiano una grande altezza, chè anzi sarà meglio tenerle piuttosto basse. L'acqua in questo modo si può distendere egualmente da per tutto, diminuire la sua velocità, e produrre un forte deposito su tutta la larghezza della traversa, essendo la sua corona orizzontale e robusta da non poter essere distrutta neppure parzialmente: il deposito, così obbligato, prenderà un profilo longitudinale che a poco a poco si modificherà diventando convesso. Se la traversa è sufficientemente lunga, la corrente, dopo aver tentato qua e là un passaggio, finisce coll'effluire in due rami e col lasciare nel mezzo un cono di materie.

La facilità con cui si produce questa alluvione è stata il soggetto di una forte censura; perchè dal momento che i depositi hanno preso la *pendenza limite,* sembrerebbe che la costruzione dovesse cessare di funzionare, e quindi non venisse mutata la condizione primitiva: ma se si riflette allo indebolimento che la corrente soffre a causa dell'allargamento di sezione ed al deposito che si forma, si comprende facilmente che una tale critica è fondata sopra apprezzamenti inesatti dei fenomeni torrenziali. In fatti la tendenza a produrre scavo diminuisce, ed aumenta invece quella a colmare. Inoltre, anche dopo raggiunta la *pendenza limite,* l'alluvione rimane sempre in movimento sostituendosi continuamente ai piccoli materiali i più grossi, in guisa che questi vengono trattenuti, e se ne migliora la condizione dei luoghi a valle della traversa, la quale non cesserà di essere utile benchè sepolta, purchè la sua fondazione sia tale che l'attività scavatrice dell'acqua non la possa scalzare.

Quest'idea di Scipione Gras, la quale era piuttosto diretta a regolare l'efflusso dell'acqua che non a ritenere i materiali, non fece buona prova per difetto di costruzione della traversa che egli stabilì sopra un importante torrente, vicino a Barcelonnette; ed il sistema cadde perciò in discredito. Si comprende del resto che questo sistema sarebbe da sè solo affatto insufficiente, se non fosse accompagnato dai lavori di consolidamento indispensabili nel bacino, senza i quali il torrente continuerebbe a monte i suoi danni.

Digitized by Google

Scipione Gras ideò ancora un altro mezzo: nel mentre la traversa descritta è destinata col tempo a sommergersi interamente, quella che egli chiamò *labirinto* di ritenuta non è sommergibile. Quando questo è semplice, consiste in una traversa praticata in una gola stretta, ed avente un'apertura o bocca in basso; a monte di essa e ad una piccola distanza, àvvi una muratura solida destinata a dividere la corrente in due. Più labirinti semplici disposti su un medesimo torrente costituiscono un *labirinto composto.*

La forza della corrente in questi sistemi viene affievolita, ma essi non furono applicati. Il Costa de Bastelica, conservando questo stesso principio, consiglia la soppressione di quell'ostacolo a sezione triangolare posto avanti alla bocca della traversa, e vorrebbe che le sue dimensioni fossero calcolate in guisa da non dar passaggio che ad una piena media; dimodochè il livello dell'acqua a monte varierebbe continuamente, ma la velocità con cui uscirebbe dalla bocca e con cui si riverserebbe dalla traversa sarebbe alquanto diversa da quella che possiede allorquando arriva a questa, e così dovrebbesi ottenere una grande regolarità. Egli consiglierebbe ancora di aprire questa bocca, non nel mezzo della traversa, ma da una parte. Ma sebbene noi concediamo che in tal modo la velocità venga diminuita, ed anche il deposito, tuttavia ci sembra molto difficile di poter dare alla bocca le dimensioni corrispondenti ad una piena media; ed ammesso pur questo, il trasporto abbondante che avviene in queste circostanze, specialmente dei blocchi grossi, deve risultar tale da ostruire ben presto questa bocca, sicchè questa costruzione non farebbe un effetto diverso da un'ordinaria traversa.

Queste traverse devono essere una specie di apparecchio filtrante, fino a tanto che a monte il riempimento non sia completo, affinchè il loro effetto abbia una lunga durata. A tale condizione si può soddisfare per un certo tempo, lasciando nella costruzione diverse feritoie nello spessore del muro, le quali poi a poco a poco si ostruiscono, e la traversa si converte allora in un vero muro di sostegno che dovrà poi resistere alla spinta delle terre e delle acque. Le dimensioni quindi di queste costruzioni debbono essere determinate secondo la resistenza, che dopo compiuta l'alluvione a monte dovranno sopportare: la qual resistenza sarà tanto più grande, quanto maggiore è l'altezza dell'alluvione prodottasi naturalmente.

Abbiamo dato un cenno anche di queste traverse proposte, e ne daremo anche in seguito altri, perchè si abbia una chiara idea dei mezzi escogitati a combattere l'azione di alcuni terribili torrenti delle Alpi.

b) La necessità di risalire all'origine della formazione dei torrenti, e dei danni che essi producono, suggerì l'idea di applicare le traverse anche al consolidamento provvisorio dei terreni, e cioè fino a tanto che la vegetazione non abbia avuto il suo completo effetto. Questa felice combinazione è tale da rendere perfetto il sistema di difesa e di estinzione dei torrenti. Se però le traverse di consolidamento fossero ridotte a sole opere d'arte, sarebbe un'illusione il credere che potessero bastare, come pure sarebbe vano il rimboschire prima d'aver pensato a consolidare il terreno. Ne abbiamo veduto una prova in molti luoghi delle Bassi Alpi, dove i lavori di rimboschimento furono trasportati, perchè non si pensò prima al consolidamento del terreno sul quale erano state fatte le piantagioni. Perciò non si deve dimenticare un istante che la potenza distruggitrice delle acque è così terribile, che a poco a poco demolisce qualunque lavoro, e la vegetazione soltanto coadiuvata dalle traverse può resistere. Mentre queste ogni anno deperiscono, ed esigono delle riparazioni, quella invece ogni anno cresce e si fa più forte; e coll'accoppiamento dell'una e delle altre si ha il sistema più perfetto di difesa.

Intanto è necessario far rilevare, come l'officio delle traverse di consolidamento non è quello propriamente di resistere alla spinta del terreno; ma quando esse siano eseguite

Digitized by Google

in numero sufficiente, è di rallentare la velocità dell'acqua, d'impedire la corrosione nel senso longitudinale, di determinare un interrimento che deve servire di punto d'appoggio alle scarpe scoscese, il quale appoggio diventa tanto più efficace quanto maggiore è l'alzamento del letto. Quando queste costruzioni si fanno in muratura a secco, la parte a monte che costituisce una specie di bacino, si riempie di pietre; ed i vuoti che fra queste si formano, vengono in seguito dall'acqua medesima riempiti di sabbia ed argilla, formando una specie di cemento che coll'insieme costituisce poi una sola massa, e l'acqua si riversa quindi al di sopra, perdendo colla caduta tutta la sua forza.

Questo sistema non può avere naturalmente una durata illimitata, ma è destinato semplicemente a produrre un intervallo di pace relativa, durante il quale si potrà, avendo impedito la corrosione nel senso della lunghezza, difendere le sponde compiendo il consolidamento con altre opere minori e col rimboschimento, il quale sarà poi la barriera più solida e più duratura. Quando la traversa ha lo scopo di impedire lo scavo longitudinale e di allargare la sezione del letto, si riempie a monte subito dopo la costruzione, ed in questo modo essa non ha da resistere alla spinta delle acque delle forti piene, e sarà anche più difesa dall'urto dei massi, e quindi non sopporterà che la spinta delle terre del riempimento a monte, la quale è ben inferiore alla spinta delle acque. Non avvenendo subito il riempimento, potrebbe accadere che in una piena la traversa funzionasse come una diga, e non avendo uno spessore sufficiente venisse travolta dalle acque. Questa specie di traversa si comporta come un vero muro di sostegno, e la spinta che dovrà sopportare sarà tanto minore quanto più grossi saranno i massi che comporranno il suo riempimento.

Una costruzione in pietra a secco non è sempre opportuna; spesse volte i materiali non sono abbondanti, e non hanno una dimensione sufficiente per essere adoperati senza una cementazione, e la violenza delle piene è così grande, che è necessario opporre una resistenza maggiore di quella che può dare una muratura a secco. Quest'ultima è più economica, ma quella in calce è più duratura e più resistente; e nei diversi casi particolari bisognerà esaminare la convenienza dell'una e dell'altra sotto tutti i rispetti. In Francia, nei lavori intorno ai torrenti delle Alpi, è data la preferenza ad un genere di muratura che chiamano *mista,* e che ha prodotto ottimi risultati. Essa consiste nel fare il corpo della traversa in muratura a secco; il paramento a valle, in calce idraulica su uno spessore di ottanta centimetri; la corona con pietre da taglio, nello spigolo a valle, unendo le pietre pure con calce idraulica. Un'apertura nel mezzo della traversa, fatta in muratura con calce idraulica su uno spessore all'ingiro di ottanta centimetri, serve a smaltire l'acqua del torrente in portata ordinaria. Con questa disposizione non solo si ha una forte economia, ma un corpo di muratura abbastanza resistente e durevole, che il lavoro in pietra a secco non potrebbe aver mai. Noi vedremo questo sistema applicato anche nella maggior parte delle traverse delle Basse Alpi.

Allorquando il legname è abbondante, e le traverse hanno un carattere affatto provvisorio, e sono destinate a durare soltanto finchè la vegetazione surroghi il loro officio, si adopera il legname invece del pietrame. Tale sistema è specialmente seguito in Isvizzera ed in alcune provincie del Reno con buon esito, e ne vedremo in seguito qualche particolare.

Le opere precedentemente descritte sarebbero relativamente troppo grandi e costose per le piccole ramificazioni dei torrenti; ed in questo caso si ricorre a lavori più semplici e più economici, cioè a piccole traverse in fasciname, a graticci, a piccole fognature, ec., che sono tanto utili, specialmente nei terreni marnosi e nelle marne oxfordiane. E anche di questi vedremo nei capitoli seguenti le costruzioni e le combinazioni.

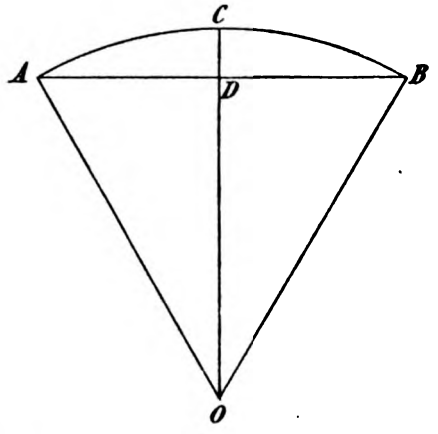
Digitized by Google

Capo VI.

Forma, numero, posizione e dimensioni delle traverse in muratura.

In ogni tempo, anche nelle costruzioni puramente empiriche, alle traverse si è data sempre la forma d'una volta, avente la convessità rivolta verso monte, ed alla corona una forma alquanto depressa nel mezzo, perchè l'acqua si smaltisca prontamente e non venga ad agire violentemente verso le sponde. Infatti la portata riesce massima, come si dimostra facilmente anche col calcolo, quando si dà alla corona la forma di un arco circolare. L'esperienza poi dimostra che si ha una sezione sufficiente quando si dà al raggio *OA* (*Fig.* 8) una lunghezza eguale alla distanza delle due sponde nei bacini più stretti con pendenze forti, ed una lunghezza doppia nei bacini più grandi e con pendenze piccole.

Fig. 8.



La portata è però alquanto modificata dalla natura delle pareti e del fondo, e per calcolarla possiamo far uso delle formole date dal Bazin pei canali.

1° Per pareti molto liscie, come quelle in cemento, in legno piallato, ec.:

$$\frac{R\,I}{V^2} = 0{,}00015\left(1 + \frac{0{,}03}{R}\right);$$

2° Per pareti liscie, come quelle in pietra da taglio, mattoni, tavole non piallate, cemento grossolano:

$$\frac{R\,I}{V^2} = 0{,}00019\left(1 + \frac{0{,}07}{R}\right);$$

3° Per pareti poco liscie:

$$\frac{R\,I}{V^2} = 0{,}00024\left(1 + \frac{0{,}25}{R}\right);$$

4° Per pareti in terra:

$$\frac{R\,I}{V^2} = 0{,}00024\left(1 + \frac{1{,}25}{R}\right);$$

Digitized by Google

nelle quali R dinota il raggio medio della sezione, cioè il quoziente della sezione della bocca pel perimetro bagnato, I la pendenza per metro del canale, V la velocità dell'acqua da determinare per trovare la portata.

In quanto alla larghezza dell'arco della corona ed alla freccia del medesimo, si possono stabilire alcune relazioni col raggio. Sia 2α l'angolo al centro O (*Fig.* 8), l'area A del segmento ACB sarà la differenza fra quella del settore $OACB$ e quella del triangolo AOB. Cosicchè

$$A = \frac{1}{2}(R \text{ arco } ACB - AB.OD).$$

Essendo poi

$$AB = c, \text{ arco } ACB = \frac{\pi R \alpha}{90}, \quad OD = \sqrt{R^2 - \frac{c^2}{4}}$$

si ha

$$(1) \qquad A = \frac{1}{2}\left(\frac{\pi R^2 \alpha}{90} - \frac{c}{2}\sqrt{4R^2 - c^2}\right).$$

Facendo $CD = f$, si ha ancora

$$(2) \qquad f = R - \frac{1}{2}\sqrt{4R^2 - c^2}.$$

Queste due formule possono servire a determinare la larghezza c e la freccia f di una traversa in funzione dell'area della sezione d'efflusso e del raggio dell'arco. In pratica il problema si semplifica ancora più; ed in fatti nei torrenti il cui letto è stretto e la pendenza rapida, si dà ordinariamente al raggio una lunghezza eguale alla larghezza della sezione d'efflusso, e però

$$R = c, \quad \alpha = 30°.$$

In quegli altri poi il cui letto è largo e la pendenza debole, conviene assegnare un raggio doppio che nel caso precedente, onde α si riduce a metà circa. Così le formule (1) e (2) si riducono, nel primo caso, alle seguenti:

$$R = c, \quad A = 0{,}090\, R^2, \quad f = 0{,}134\, R, \quad R = 7{,}46\, f;$$

e nel secondo, a

$$R = 2c, \quad A = 0{,}304\, R^2, \quad f = 0{,}032\, R, \quad R = 31{,}25\, f.$$

Da queste formule risultano importanti conseguenze, e cioè:

1° Quando il letto del torrente è stretto, come avviene nelle parti superiori del bacino di ricevimento e nei bacini secondari, la platea della traversa è pure stretta in proporzione, ed allora conviene concentrare le acque nel mezzo, adottando un raggio eguale alla corda dell'arco per impedire la corrosione laterale che avverrebbe con una lama d'acqua troppo larga. In questo caso però, diminuendo la corrosione laterale, si aumenta la potenza nel centro; al che si rimedia facilmente, riducendo l'altezza della traversa, il che è anche un vantaggio per la stabilità.

La pendenza media di questa corona essendo $R = AB$, risulta del 27 per cento; laddove, adottando un raggio doppio della corda, risulterebbe soltanto del 13 per cento, e la portata sarebbe circa la metà.

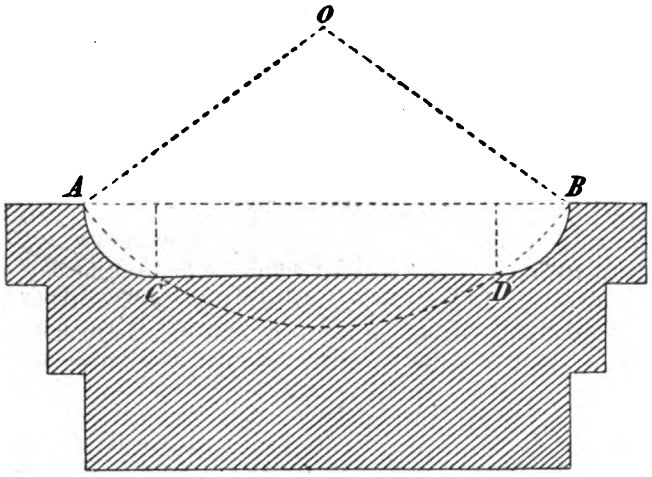
2° All'opposto, la distanza delle sponde del torrente nella parte inferiore del bacino di ricevimento e nel canale di scolo è in generale assai più grande; e non si può assegnare una larghezza all'arco della corona eguale al raggio, senza esagerarne le proporzioni, poichè si avrebbe una sezione superiore al bisogno. Inoltre la freccia divenendo

Digitized by Google

piuttosto alta, i fianchi della corona verrebbero troppo rialzati a danno della stabilità e dell'economia. Si abbassano quindi i lati della corona, diminuendo di metà la quantità di muratura, guadagnando nella stabilità, e conservando la portata col dare una curvatura minore e facendo $R = 2\,c$.

3° Nei casi finalmente nei quali trattisi di larghezze grandissime, e quando si teme che qualche gran masso od albero possa ostruire il centro della traversa, si darà ai fianchi una forma alquanto rialzata, tenendo il resto piuttosto piano, per impedire che le acque agiscano troppo sui lati della corona. Si potrà inscrivere allora nel segmento un trapezio *ACDB* (*Fig.* 9), la cui base *CD* sia minore della larghezza del fondo del torrente o del burrone, e si raccorderanno gli estremi con un arco circolare.

Fig. 9.



Nei differenti tipi di traverse adottati in Francia si trovano per la corona diverse forme: talvolta è un semplice arco circolare, avente una freccia ed una corda tali da dare una portata eguale a quella che si ha nelle massime piene (*Fig.* 25); tal altra si dà alla sezione la forma poligonale (*Fig.* 27), facendo la parte centrale quasi affatto piana e rialzate le parti laterali in guisa da forzare la corrente verso il mezzo. Quest'ultima forma ha il grave inconveniente di presentare dei rialzi, i quali corrono pericolo di essere distrutti dalla corrente a cagione della poca resistenza che essi hanno.

Una forma singolare, che oltre all'apparenza graziosa toglie l'inconveniente ora notato, è quella adottata nel torrente di Vachères nelle Basse Alpi ed in qualche altro. La corona è quasi piatta nel mezzo, ed è lateralmente rastremata con archi di parabola, rialzando leggermente o fortemente le sponde secondo i casi; cosicchè presenta, dopo questo rialzo, quasi come una seconda bocca, molto opportuna ed utile nei casi delle più forti piene, perchè le sponde sono in tal modo costantemente protette (*Tav.* V).

Per le traverse in muratura, si adottarono in Francia diversi tipi, che si distinguono nella forma della corona, nella disposizione dell'inclinazione dei paramenti esterno ed interno, e per altri particolari che si vedranno fra poco.

Riguardo al numero delle traverse, non è possibile di fissarlo a priori: essendo loro scopo quello di provocare il rallentamento delle acque e conseguentemente il deposito di materiali, il numero si deve combinare in relazione con la loro altezza e con gli accidenti del letto. Fissata che sia questa altezza, si può determinare il numero; ma è necessario premettere qualche considerazione.

Digitized by Google

Siccome le altezze dovrebbero essere tali da determinare una sezione abbastanza larga per impedire la corrosione del fondo e delle sponde, si comprende facilmente che il problema in questi termini non sarebbe praticamente possibile, perchè si giungerebbe ad un numero di traverse grandissimo e ad una spesa immensa. In fatti la somma delle loro altezze risulterebbe eguale alla differenza di livello dei due punti estremi del profilo longitudinale da correggere, diminuita della pendenza di equilibrio, la quale poi è alquanto piccola. Ma si è veduto precedentemente che il profilo di equilibrio è preceduto da quello di compensazione, che è abbastanza stabile, laddove non sono tali quelli che precedono quest' ultimo. Le ordinate del profilo di compensazione sono assai superiori a quelle del profilo di equilibrio, e lo oltrepassano sempre almeno di una diecina di volte. Se quindi le traverse si dispongono in un numero tale, che dalla sommità di una a valle si raggiunga col profilo di compensazione il piede della successiva a monte, il loro numero sarà molto minore che non prendendo per base il profilo di equilibrio: ed in questo caso la loro costruzione sarà economicamente e praticamente possibile, quando l'altezza e posizione siano in relazione colle condizioni dei profili longitudinale e trasversale.

Si è inoltre veduto che quando un torrente ha raggiunto il profilo di compensazione, a poco a poco le acque ricominciano a scavare, sinchè il letto giunge al profilo di equilibrio. Perchè questo avvenga, però, occorre un certo tempo, del quale è necessario approfittare per eseguire i lavori di rinsaldamento col mezzo delle piantagioni, i quali se dovessero mancare, tutte le costruzioni fatte perderebbero della loro efficacia e fallirebbero al loro scopo; e però la costruzione delle traverse ha per condizione imprescindibile quella del rimboschimento.

Come si vede, tutto l'artifizio qui consiste nel produrre un intervallo più o meno lungo di pace relativa, durante la quale si deve dare un grande impulso al rimboschimento e ad altre opere di un ordine più modesto, disponendo cioè opportunamente dei graticci longitudinali e trasversali, e delle fascine, in guisa da trattenere le terre, finchè il rimboschimento compiuto divenga la barriera più solida e più duratura.

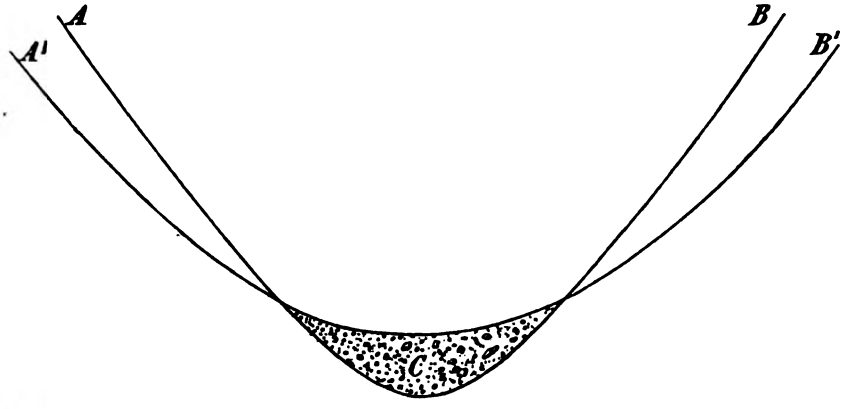
È stata introdotta nella correzione dei torrenti anche la denominazione di *pendenza di estinzione:* la quale non è altro che la pendenza che sarebbe necessario stabilire fra due traverse consecutive di consolidamento, per trattenere progressivamente e sull' intero profilo longitudinale di un torrente tutti i materiali in cammino, e trasformare il suo letto nella pendenza regolare di un interrimento. Perciò questa pendenza è data dalla inclinazione dell' interrimento, e dev' essere quindi proporzionale alla grossezza dei materiali che la compongono; la quale aumentando da valle verso monte, deve pure aumentare la pendenza d' estinzione corrispondente, restando tuttavia al di sotto della pendenza d'equilibrio dei grossi materiali che coprono il canale di scolo. Da questo risulta che la curva d' estinzione s' inflette continuamente verso valle, ed è concava verso il basso, ed ha quindi un punto d' inflessione. Senza che si discuta intorno all' equazione di questa curva e alle sue proprietà, si comprende facilmente che anche adottandola fra due traverse o fra due punti di un profilo longitudinale di un torrente, se non si sopprime definitivamente la corrosione, si sarà certamente tolto il trasporto in massa e l' abbassamento generale del letto; si sarà modificato l'andamento del torrente; e si potrà approfittare di questo tempo di quiete relativa, per compiere l' estinzione col rimboschimento e colle altre piccole opere d' arte, i graticci ed i fascinami.

Anche la larghezza delle traverse è variabilissima, e dipende così dalla posizione che si sceglie, come dallo scopo che loro si assegna. In generale si stabiliscono al di sotto di quei punti dei monti che trovansi in disgregazione. Così là dove si riuniscono dei torrenti, le corrosioni essendo più considerabili, si hanno i luoghi più opportuni pel loro collocamento.

Digitized by Google

Se poi queste traverse si debbano costruire incominciando dal basso e poscia salendo, oppure dall'alto e quindi discendendo, le opinioni sono varie. Per chi ammette come unico scopo delle traverse quello di accumulare e ritenere le materie, è naturale che debbano cominciare in basso le costruzioni, aspettando però che sia riempita la prima traversa avanti di eseguire la seconda a monte, e così pure per la terza e per le successive. Questo modo di procedere ha il vantaggio di difendere i luoghi sottostanti per tutto il tempo dei lavori dai trasporti delle acque, e tale è il metodo generalmente adottato. La sezione del torrente che a monte della traversa si disegnava prima sopra un profilo *A B* (*Fig.* 10), dopo che essa ha compito il suo officio si trasforma nell'altro *A' B'*, essendosi formato un interrimento *C* colla demolizione dei fianchi, e resa più dolce tanto la pendenza del letto quanto quella delle sponde.

Fig. 10.



Altri invece, ammettendo il principio di attaccare i torrenti fin dalle loro origini, assicurano prima il terreno superiormente. Qui però abbiamo l'inconveniente di trascurare le parti inferiori, nelle quali raccogliendosi le acque impetuose, si effettua un grande trasporto di materie, che è causa di danni alle campagne ed ai villaggi sottostanti.

Come si vede, questi due sistemi hanno i loro vantaggi ed i loro inconvenienti; e senza che vi sia alcuna regola assoluta, sembra opportuno di adottarli tutti e due insieme, costruendo le traverse tanto in alto quanto in basso: le prime, per impedire che le materie acquistino troppa velocità e per facilitare il rimboschimento; le seconde, per impedire i danni del trasporto delle terre situate al di sotto; ambedue poi, per impedire che le acque si carichino di materie, e che mettano in movimento quelle deposte od esistenti sul fondo.

La posizione delle traverse sarà determinata da queste tre condizioni: diminuire la velocità, trattenere le materie, difendere i luoghi sottostanti. Inoltre si dovranno scegliere i punti, nei quali questi lavori esigano per la loro costruzione il minor volume di muratura, ed abbiano la maggiore probabilità di durata. Questi punti saranno quelli nei quali il profilo trasversale sia il più stretto, e che si trovano a monte delle cascate naturali, perchè permettono di sopprimere la platea; e quelli dove le sponde ed il fondo presentano a poca profondità una resistenza sufficiente. È superfluo dichiarare che le traverse di consolidamento non si devono stabilire in quei punti dove le sponde ed il letto possano essere facilmente corrosi.

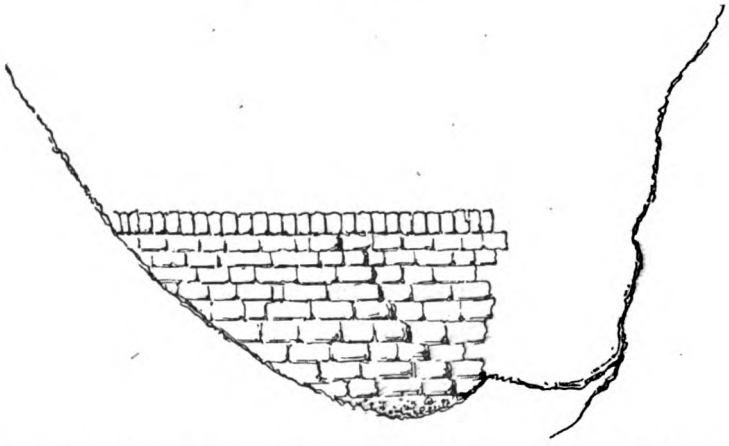
Riguardo finalmente alle traverse di ritenuta, non è possibile stabilire regole fisse: e tanto la loro posizione, quanto il loro numero e la loro altezza e la loro efficacia, si determinano collo studio sul terreno. Per questa specie di traverse bisogna naturalmente

Digitized by Google

cercare quei punti nei quali si possano stabilire delle grandi piazze di deposito dei materiali che il torrente trasporterà ogni anno, e fino a che non si è ottenuta la sua estinzione, consolidando il terreno col rimboschimento. Queste grandi piazze od allargamenti del letto si trovano sempre, e si seguono di tratto in tratto lungo il torrente; e la parte più stretta, che si trova in basso di ciascuno di questi allargamenti, è la più conveniente per la loro posizione, e collo studio del profilo longitudinale si determina facilmente.

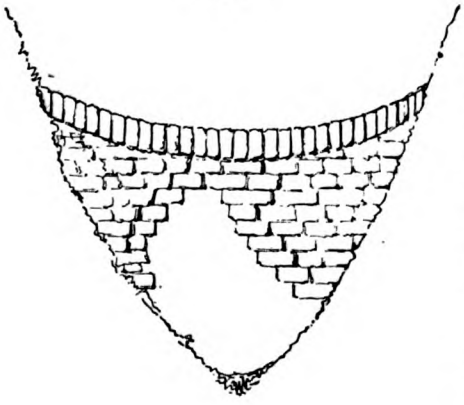
Per quanta cura si dedichi però allo studio della posizione e della forma delle traverse, esse soffrono qualche volta dei danni, che consistono in uno scalzamento del piede

Fig. 11.



od in uno scavo laterale, oppure nella distruzione della corona, e che è utile conoscere per poter fin nei primordi della costruzione provvedervi. Il primo di questi danni si manifesta nei terreni che facilmente si decompongono; e quando la fondazione manca della necessaria profondità, vi si rimedia costruendo la platea con dei grandi massi, oppure, come precedentemente si disse, dirigendo, quando si può, la corrente sopra uno scoglio. Quando l'acqua corrode la parte anteriore ed inferiore della muratura, a poco a poco viene a mancare l'appoggio nel centro della traversa: le pietre più basse cedendo alla spinta dei materiali deposti a monte, il piede si trova scalzato (*Fig.* 11); ed al primo rovescio improvviso d'acqua, la traversa finisce coll'essere tutta demolita.

Fig. 12.



Nelle forti piene accade qualche volta, che l'acqua strisciando gagliardamente con una gran massa di materia contro una delle sponde, essendo il terreno di natura poco stabile, la corrode, mette a nudo la spalla della traversa, la demolisce, s'apre un passaggio (*Fig.* 12), e finisce poi a poco a poco coll'essere travolta dalla corrente. È perciò specialmente importante che le costruzioni siano solide; e che si adottino le disposizioni indicate per far convergere le acque verso il centro della traversa, dando alla corona una delle forme descritte, e proteggendo le sponde, anche, se occorresse, con qualche mezzo speciale, quale,

Digitized by Google

per esempio, il rilievo delle spalle della traversa, la costruzione dei muri di fianco, i graticci longitudinali, ec.

Alcuni vedono con una certa diffidenza la costruzione delle traverse e specialmente di quelle di ritenuta, perchè cedendo, irromperebbero, cagionando un danno tanto terribile quanto inaspettato. Non bisogna paragonare una traversa di ritenuta destinata a trattenere i materiali solidi con quelle destinate a trattenere le acque; perchè la rottura di una diga, lasciando sfuggire ad un tratto una gran massa d'acqua, può trasportare e rovesciare tutto ciò che incontra nel suo passaggio e cagionare gravi danni. Ma la rottura della traversa di un torrente non può avere mai così terribili conseguenze; perchè siccome essa non trattiene che una piccola quantità d'acqua, così la sua rottura non aumenterebbe la portata del torrente, e la corrente non potendo trasportare se non ciò che la sua forza viva le permette a cagione della maggiore velocità, non vi è a temere alcun disastro, come l'esperienza ha pur dimostrato.

Capo VII.

Determinazione della forma e delle dimensioni delle traverse fondata sulla resistenza dei materiali.

Le operazioni preliminari da eseguirsi nello studio delle proposte di traverse consistono:

1° In una visita di ricognizione per determinare approssimativamente i luoghi nei quali si devono eseguire i diversi lavori, e cioè al letto del torrente ed alle sue più piccole ramificazioni, ed ai terreni che si dovranno rimboschire;

2° Nel rilievo planimetrico di questi luoghi, notando le larghezze del letto, le altezze dei monti circostanti, le condizioni delle scarpe laterali e dei terreni vicini;

3° Nel rilievo altimetrico del letto del torrente, e cioè profilo longitudinale e profili trasversali in tutti quei punti nei quali le condizioni delle scarpe laterali meritano maggior attenzione;

4° Rilievo delle pendenze delle diverse deiezioni sul cono, e delle alluvioni che s'incontrano qua e là nel letto, le quali servono di fondamento al calcolo della pendenza, che la costruzione delle traverse determinerà nei diversi interrimenti.

Ciò posto, si determinerà l'altezza totale delle traverse conforme alle considerazioni già precedentemente accennate. Supponiamo che il tratto di torrente che si considera abbia una lunghezza di 600 metri, e che fra gli estremi del profilo vi sia una differenza di livello di 100 metri; inoltre dai rilievi si sia trovato che la pendenza dei depositi dei sassi e delle terre, che il torrente attualmente trasporta o può trasportare, sia del 10 per cento. Ne conseguirà che sul tratto di 600 metri si potrà guadagnare coi diversi depositi che le traverse determineranno $600 . 0,10 = 60$ metri: i quali sottratti dai 100 metri, differenza di livello degli estremi del profilo, daranno l'altezza minima al di sopra del letto che si potrà dare complessivamente alle traverse, cioè 40 metri.

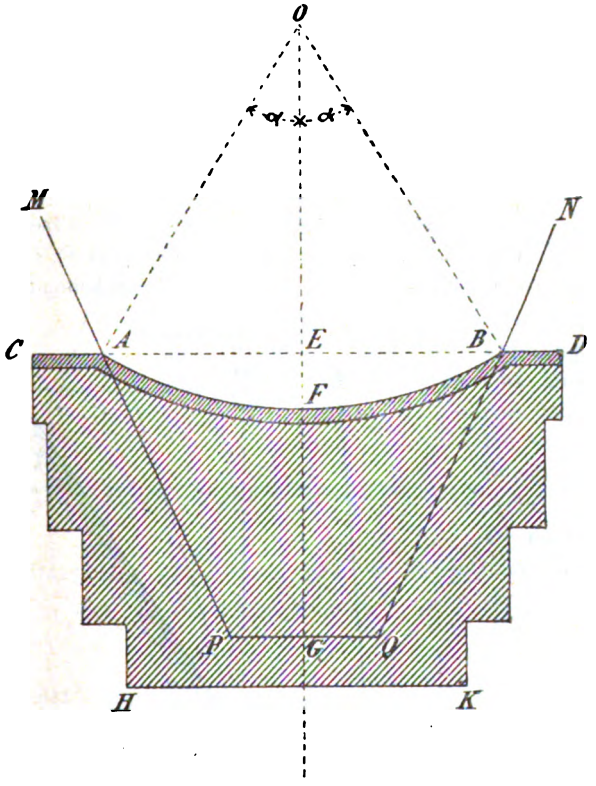
Stabiliti questi principii, si indicheranno sulla planimetria i punti nei quali sembrerà press'a poco conveniente stabilire le diverse opere; e là si concentrerà il maggior numero di particolari, tanto planimetrici che altimetrici, per avere elementi sufficienti alla compilazione della proposta. Si segneranno poi, tanto sul profilo longitudinale quanto sui

Digitized by Google

profili trasversali, le altezze che i materiali potranno toccare in conseguenza delle traverse; e si esaminerà se queste altezze corrispondono alle condizioni che con queste costruzioni ci siam proposti. La somma delle altezze delle traverse, delle quali si sarà così determinata la posizione, dovrà dare un numero tale di metri, da raggiungere quel minimo stabilito che non si potrà sorpassare senza danno dell'economia o senza altre forti ragioni.

In quanto all'altezza delle singole traverse, non è facile assegnare quale sia la più conveniente, avendo tanto le alte quanto le basse i loro vantaggi ed i loro inconvenienti. Le molto alte sono più facili ad essere scalzate al piede, ed il pericolo aumenta in ragione dell'altezza di caduta dell'acqua; le piccole richiedono invece un volume di scavo, una superficie di platea ed una corona in proporzione assai più grande: e siccome i materiali dei quali si compongono le sue diverse parti devono essere della migliore qualità, e la costruzione fatta con molta cura, così allorquando i materiali non sono abbondanti, è più economico il costruire grandi traverse che piccole. Inoltre nelle pendenze molto rapide, le piccole traverse si succederebbero troppo vicine le une alle altre, e potrebbe facilmente mancare il luogo adatto per la loro costruzione.

Fig. 13.



Quando una traversa è costruita sopra un fondo in roccia, l'altezza può oltrepassare anche i cinque metri, purchè a valle vi sia un suolo in roccia viva, o formato di sassi che la corrente non possa trasportare. Del resto quest'altezza di cinque metri è sempre un massimo, che non converrebbe negli altri casi oltrepassare. Le traverse basse, e cioè di due, tre o quattro metri, richiedono in proporzione una minore quantità di muratura; ma non conviene neppure scendere sotto ai due metri, perchè il calcolo e l'esperienza dimostrano che non sono economiche.

Per facilitare l'efflusso dell'acqua e delle materie che essa trasporta, si dà spesso alla corona della traversa, come si è veduto, la forma di un arco depresso nel centro, in guisa che la superficie *AFB* (*Fig.* 13) sia tale da dare una portata eguale a quella che si ha nelle massime piene del torrente. Per determinare questa portata, è necessario ricorrere alla misura diretta, oppure si può valutare semplicemente l'area della sezione trasversale, e far sì che essa eguagli quella di *AFB*. Quest'area poi si deduce dal profilo trasversale in un dato punto del torrente nel quale sia visibile dove arrivasse una delle forti piene. Se poi si ha a poca distanza qualche ponte che abbia resistito alle massime piene, questa determinazione riuscirà facile.

Può accadere che manchino affatto questi elementi, ed allora si può ricorrere alla

Digitized by Google

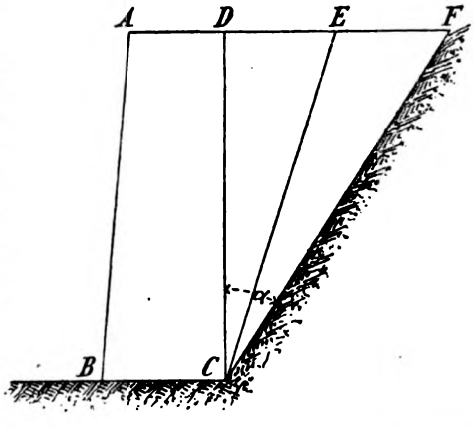
tradizione: e non mancano in generale persone, che avendo notizia di qualche piena straordinaria, ne additino l'altezza raggiunta; oppure si determinerà secondo l'esperienza acquistata nello studio di altri torrenti della medesima regione od in condizioni analoghe.

Trattandosi di traverse di ritenuta, le quali col tempo sono destinate a diventare veri muri di sostegno, la loro resistenza dev'essere assai più grande di quella delle traverse di consolidamento, dovendo sostenere anche la pressione delle acque. Lo spessore da assegnare alla base di questi muri deve naturalmente essere assai più forte nelle fondazioni, ed andare diminuendo verso la corona. A queste condizioni di resistenza e di economia si soddisfa, inclinando i due paramenti e regolando tale inclinazione per modo da dare alla base una sezione sufficiente per resistere al rovesciamento, ed una disposizione atta da impedire lo scorrimento.

Le traverse di sostegno, come si è veduto, si costruiscono ordinariamente nei punti nei quali il profilo trasversale del torrente si allarga molto verso monte, restando piuttosto debole la pendenza del letto. Tali circostanze si presentano in generale in quei torrenti che hanno un corso molto lungo, qualche volta nel bacino di ricevimento o nel canale di scolo, e più spesso ancora nelle parti meno rialzate del letto e nell'uscire dalle gole di questo canale. In tali punti il profilo trasversale si presenta spesso assai più stretto; il torrente si trova per così dire incassato, e cammina su un suolo roccioso, che spesso è seguito da qualche cascata: circostanze tutte molto favorevoli alla costruzione delle traverse, tanto per l'economia che per la stabilità.

Lo spessore delle traverse di consolidamento si determina secondo la spinta delle terre da sostenere; la quale spinta dipende dall'altezza della scarpa naturale di equilibrio. Si supponga *CF* (*Fig.* 14) la scarpa naturale, *CD* una verticale, e *DCE* un prisma. Decomponendo il peso di questo in due pressioni, l'una orizzontale e l'altra verticale, la prima produrrà una spinta contro la parete verticale *DC*, la seconda determinerà dell'attrito contro *EC*, che tenderà a diminuire lo scorrimento del prisma. La spinta contro *DC* bisogna ancora intenderla diminuita dalla coesione delle terre, che nel caso in cui siano recentemente smosse si può ritenere come nulla. Considerando lungo il paramento *DC* un altro prisma infinitamente sottile, la sua spinta sarà assai piccola; fra la spinta di quest'ultimo e quello che tenderebbe a scorrere sulla scarpa naturale *FC* ve ne dovrà essere uno che darà luogo ad una spinta massima. Alla bella prima sembrerebbe che, siccome le terre non prendono il loro stato di equilibrio se non quando hanno raggiunto la loro scarpa naturale, così tutto il prisma superiore a questa sia quello in cui è massima la tendenza a scoscendere, e quindi produca esso la massima spinta. Ma per poco che si rifletta e si tenga conto di tutte le resistenze, si dimostra facilmente che questa valutazione sarebbe erronea; ed anche il fenomeno stesso dello scoscendimento dimostra che il prisma limitato dalla scarpa naturale non è quello che dà la massima spinta. Si prova facilmente, ma con una lunga serie di calcoli, non consentita dai limiti del nostro assunto, che l'angolo della scarpa del prisma della massima spinta è uguale alla metà dell'angolo che la scarpa naturale forma colla parete resistente.

Fig. 14.



Digitized by Google

Ciò posto, indicando Q_m la massima spinta orizzontale delle terre contro il paramento interno verticale CD, p il peso del metro cubo di terra, h l'altezza delle terre dietro CD, h' l'altezza massima alla quale può essere tagliata la terra senza che essa scoscenda, α l'angolo della verticale CD colla scarpa naturale CF, si trova

$$Q_m = \frac{ph}{2}(h - h')\, tang^2 \frac{\alpha}{2},$$

equazione applicabile ai muri di consolidamento.

Supponendo la coesione nulla, l'espressione di questa massima spinta si riduce a

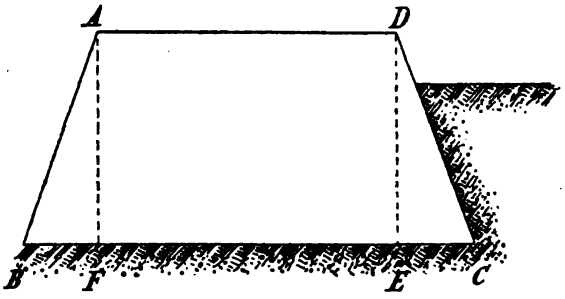
$$Q_m = \frac{ph^2}{2}\, tang^2 \frac{\alpha}{2}.$$

Per l'equilibrio statico, il momento di questa forza, riferito allo spigolo esterno del muro, dev'essere eguale al momento del peso del muro, riferito a questo stesso spigolo.

In quanto al punto d'applicazione di Q_m, esso si troverà nel centro di gravità del triangolo che ha per altezza e per base h, e le cui parallele alla base rappresentano altrettante pressioni, cioè ad $\frac{1}{3}$ dell'altezza h; e quindi il momento di questa spinta sarà $\frac{ph^3}{6}\, tang^2 \frac{\alpha}{2}$.

In quanto al momento del peso del muro intorno allo spigolo di rotazione, per maggior generalità si supponga che il muro sia a paramenti inclinati così nell'interno come nell'esterno (*Fig.* 15); e sia p' il peso della unità di volume della muratura, supposta omogenea, x lo spessore del muro alla base superiore, n ed n' le scarpe esterna ed interna per ogni metro di lunghezza. Il momento del peso del muro, rispetto allo spigolo che si trova proiettato in B, sarà eguale al momento del prisma rettangolare $AFED$, aumentato dei momenti dei prismi triangolari FBA ed ECD.

Fig. 15.



Il momento del primo prisma è

$$p'hx\left(\frac{x}{2} + nh\right);$$

quello del secondo

$$\frac{p'nh^2}{2} \cdot \frac{2nh}{3};$$

quello del terzo

$$\frac{p'n'h^2}{2}\left(nh + x + \frac{n'h}{3}\right).$$

Eguagliando la somma di questi tre momenti a quello della spinta, si ha

$$\frac{ph^2}{6}\, tang^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{p'h}{2}\left\{x(x + 2nh) + nh\frac{2nh}{3} + n'h\left(nh + x + \frac{n'h}{3}\right)\right\},$$

che risoluta rispetto ad x e semplificata dà

$$(1) \qquad x = h\left\{-\left(n + \frac{n'}{2}\right) \pm \sqrt{\frac{p}{3p'}\, tang^2 \frac{\alpha}{2} + \frac{n^2}{3} - \frac{n'^2}{12}}\right\}.$$

Digitized by Google

Si è trascurato il prisma di terra compreso fra la parete interna e la verticale passante per il piede del muro, perchè questa parete interna interrompendosi ordinariamente con dei ritiri orizzontali, il peso di questo prisma non solo non nuoce, ma aggiunge stabilità al muro.

Quando la parete interna del muro è verticale, $n' = o$ ed

$$(2) \qquad x = h \left\{ -n \pm \sqrt{\frac{p}{3p'} tang^2 \frac{\alpha}{2} + \frac{n^2}{3}} \right\};$$

quando poi tutte e due le pareti sono verticali, allora $n = n' = o$ ed

$$(3) \qquad x = h \, tang \frac{\alpha}{2} \sqrt{\frac{p}{3p'}}.$$

Se nelle equazioni (1), (2), (3) si fa $\alpha = 90°$ e quindi $tang \frac{\alpha}{2} = 1$, $p = 1000$, peso del metro cubo d'acqua, si hanno le formule per la determinazione degli spessori delle dighe, e quindi anche delle traverse di sostegno.

Le formule precedenti, essendo fondate sopra le strette condizioni di equilibrio, non sono sufficienti per dare ai muri la stabilità necessaria. Le dimensioni quindi trovate non debbono risguardarsi che come limiti puramente teorici. Per ottenere spessori applicabili alla pratica, bisogna moltiplicare il secondo membro delle equazioni (1), (2), (3) per un coefficiente k che si chiama coefficiente di stabilità.

Per determinare lo spessore x d'un muro di rivestimento di altezza h, il Vauban aveva dato la regola empirica racchiusa nella seguente formula:

$$(4) \qquad x = 1,624 + 0,20\,h.$$

I muri calcolati con questa regola hanno da più d'un secolo perfettamente resistito. Per un'altezza di 8 metri, quale è quella della più grande traversa costruita sul torrente Riou-Bourdoux e che può prendersi come tipo, essa dà

$$x = 3,224.$$

Alla suddetta traversa venne assegnato appunto alla corona uno spessore di metri 3,20.

Per calcolare lo spessore dei rivestimenti pieni a paramenti verticali, il Poncelet ha dato la formula:

$$(5) \qquad x = 0,845\,(H + h)\, tang \frac{\alpha}{2} \sqrt{\frac{p}{p'}},$$

essendo H l'altezza del rivestimento ed h quella dell'intero sopraccarico, le altre lettere conservando i significati precedenti. Questa formula è applicabile nei limiti di $h = o$ ed $H = h$, che corrispondono a sopraccarichi ordinari.

Se poi il paramento esterno, invece di essere verticale, avesse un'inclinazione minore di $\frac{1}{6}$, si prenderebbe lo spessore dedotto dalla formula precedente per quello del rivestimento cercato ad $\frac{1}{9}$ dell'altezza, movendo dalla base.

Questa formula applicabile alle traverse di consolidamento, è tale anche per quelle di ritenuta, quando si faccia $\alpha = 90°$, $p = 1000$.

Ma tutti gli spessori calcolati con queste formule, ad eccezione di quella del Vauban, che dà delle dimensioni piuttosto forti, hanno bisogno di un coefficiente c di correzione,

Digitized by Google

dipendente dalla natura del muro e da quella delle sue fondazioni; cosicchè indicando e lo spessore, nel caso di due paramenti verticali, si ha

$$(6) \qquad e = c + h.$$

Per le traverse di consolidamento, riassumeremo i valori di c nei seguenti:

fondazioni su roccia 0, 33,
in terreno naturale solido..... 0, 40;

e per le traverse di ritenuta per

fondazioni su roccia 0, 52,
in terreno naturale solido..... 0, 63.

Per passare poi dalla stabilità dei muri verticali a quella dei muri con uno o due paramenti inclinati, si può applicare la formula del Vauban

$$E' = \sqrt{E^2 + \frac{n^2 h^2}{2}},$$

nella quale E denota lo spessore del muro verticale, E' quello del muro inclinato; oppure quest'altra

$$(7) \qquad E' = E + \frac{nh}{2}$$

che dà uno spessore alla base maggiore della precedente, e perciò ad essa preferibile.

Nel caso poi dei due paramenti inclinati, si ha

$$(8) \qquad E' = E + \frac{n + n'}{2} h.$$

In quanto al valore dell'angolo α si ha per le sabbie fini e secche..... $\alpha = 60°$,
la terra secca e polverizzata ..... $= 46°, 50$,
la terra umida..... $= 54°$,
e terre forti e compatte ..... $= 35°$.

Per la stabilità è importante quindi che il deposito a monte delle traverse sia fatto con massi grossi, in modo da permettere la filtrazione delle sabbie e delle materie più minute. In pratica, prendendo per α il valore di 45° si terrà conto del caso in cui le pietre non fossero tanto abbondanti, e dovrà allora questo valore essere considerato come un massimo, avuto riguardo al modo prescritto di fare il riempimento a monte.

Rispetto ai valori di p, si osserverà che esso varia colla natura delle terre, come pure p' colla natura dei materiali adoperati nella costruzione; e secondo il Poncelet si ha per la

Sabbia pura	p = 1900	chilog.
» terrosa	= 1700	»
Terra vegetale leggera.....	= 1400	»
» argillosa	= 1600	»
Argilla.....	= 1900	»
Muratura in pietra.....	= da 1700 a 2300.	

Digitized by Google

Praticamente per le terre si potrà adottare come valore massimo $p = 1800$ chilog., e per p' il valore medio di 2200 chilog.

Quando la spinta delle terre si sostituisce a quella dell'acqua, come nelle traverse di sostegno, allora $\alpha = 90°$, $p = 1000$ e ritenuto $p' = 2200$, le (1), (2) e (3) diventano

$$(9) \qquad x = h\left\{-\left(n+\frac{n'}{2}\right) \pm \sqrt{0,1667+\frac{n^2}{3}-\frac{n'^2}{12}}\right\},$$

$$(10) \qquad x = h\left\{-n \pm \sqrt{0,1667+\frac{n^2}{2}}\right\},$$

$$(11) \qquad x = h\sqrt{0,1667} = 0,40\ h.$$

Queste tre formule corrispondono ai profili indicati nelle figure 16, 17, 18. Per un profilo come quello rappresentato dalla figura 19, avente delle riseghe, l'equazione d'equilibrio si potrebbe ottenere in modo analogo a quello che ha servito a stabilire la formula

Fig. 16.

Fig. 17.

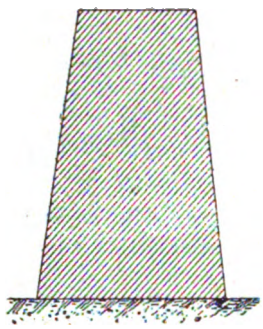
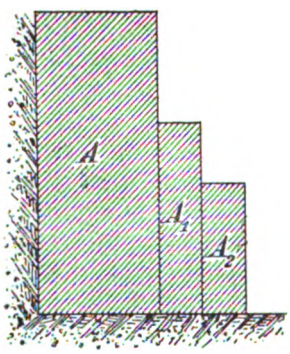


Fig. 18.

Fig. 19.



generale: se non che pel momento del peso del muro, si prenderà la somma dei momenti delle tre parti A, A_1 ed A_2 rispetto allo spigolo esterno, e si risolverà come precedentemente l'equazione rispetto ad x, che rappresenta lo spessore alla corona.

La formola (11) condurrebbe alla conclusione che lo spessore del muro, nel caso di pareti verticali, dovesse essere 0,40 dell'altezza, ma si può prendere anche un po' più grande.

Nei casi ordinari i muri presentano la minore resistenza al loro rovesciamento; ma allorquando la massa di terra sostenuta si eleva considerabilmente, la tendenza del muro a scorrere sulla sua base può essere maggiore di quella di rovesciarsi rotando intorno al suo spigolo esterno. È necessario quindi di verificare se convenga dare al muro uno spessore maggiore di quello assegnato dalle formule precedenti. Un tal caso si presenta non nelle traverse propriamente dette, ma nei muri di sostegno che possono occorrere per impedire qualche franamento, e nelle opere ausiliarie od accidentali di difesa.

Perchè un muro resista allo scorrimento sulla sua base, è necessario che la spinta delle terre sia minore dell'attrito di scorrimento, aumentato della coesione fra il muro e la sua base. Dinotando f il coefficiente d'attrito della muratura sopra sè stessa, Q_m la spinta delle

Digitized by Google

terre determinata come precedentemente, c il coefficiente di coesione, si ha per la resistenza d'attrito di scorrimento dei due fianchi

$$fp'\left(\frac{nh^2}{2}+hx+\frac{n'h^2}{2}\right);$$

e per quella di coesione, che si esercita sulla base di unità di lunghezza

$$c\,(nh+x+n'h).$$

Eguagliando la somma di queste due resistenze alla spinta Q_m trovata, moltiplicata pel coefficiente di stabilità k' relativo a questo caso, si ottiene l'equazione di equilibrio

$$k'\frac{ph^2}{2}\,tang^2\frac{\alpha}{2}=fp'\left(\frac{nh^2}{2}+hx+\frac{n'h^2}{2}\right)+c\,(nh+x+n'h),$$

dalla quale si ricava

$$x=\frac{h}{2}\,\frac{k'p\,tang^2\frac{\alpha}{2}-(n+n')\left(fp'+\frac{2c}{h}\right)}{fp'h+c}.$$

Si può tenere praticamente pel coefficiente d'attrito $f=0{,}75$, e conviene per prudenza trascurare la resistenza c di coesione, del resto facile a tenerne conto; onde quest'equazione si riduce ad

$$(12)\qquad x=\frac{h}{2}\,\frac{k'p\,tang^2\frac{\alpha}{2}-0{,}75\,p\,(n+n')}{0{,}75\,p'h}.$$

Per determinare k', si può confrontare il risultato che dà la formula del Vauban con quello dato da quest'ultima, nel caso particolare della traversa di 8 metri del torrente di Riou-Bourdoux, che ha perfettamente resistito. La prima di queste formole dà

$$x=3{,}220;$$

la seconda, posti i valori di

$$h=8^m,\ \alpha=90^\circ,\ n=n'=0{,}20,\ p=1000,\ p'=2200,$$

dà

$$x=\frac{10\,k'-3}{33}.$$

Confrontando questi due risultati, si trova

$$k'=10{,}93.$$

Quando il muro discende al di sotto del suolo, come avviene generalmente anche nella costruzione delle traverse, essendovi la platea al piede della parete anteriore, si comprende facilmente che essa adempie pure all'officio di opporsi tanto al rovesciamento quanto allo scorrimento.

Nel caso di muri a secco, si prende per spessore $^1/_4$ di più di quello che darebbero le formule precedenti, per un rivestimento in calce della medesima altezza, e posto nelle medesime circostanze.

La discussione delle formole di stabilità mostra che, fra tutte le forme di rivestimento, quella che avesse la massima scarpa esterna e contemporaneamente quella interna con uno di base per sei d'altezza, presenta sotto un medesimo volume di muratura la mas-

Digitized by Google

sima resistenza; ossia per uno stesso grado di stabilità presenterebbe il minimo volume di muratura. Ma una scarpa esterna molto inclinata esporrebbe il muro ad un rapido deperimento, e la costruzione della scarpa interna rovesciata involge con sè delle difficoltà di costruzione che importa evitare. Inoltre questa forma assicura, è vero, la resistenza del muro al rovesciamento; ma è tale che favorisce lo scorrimento sulla base al punto, che in diversi casi (nei quali questo non avverrebbe se la parete interna fosse verticale) diventa piuttosto pericoloso. Si prende, perciò, come forma tipica di questi muri di rivestimento, quelli col paramento interno verticale, e con quello esterno pochissimo inclinato.

Il Vauban assegnava al paramento esterno l'inclinazione di $^1/_8$, ma l'esperienza ha insegnato che essa è troppo forte; ed alla maggior parte dei rivestimenti costruiti recentemente, si è data la pendenza di $^1/_{10}$. In quanto alle traverse, vedremo che nelle diverse costruzioni furono adottate delle inclinazioni anche più forti di $^1/_8$; e così anche nello spessore della corona, non si scende mai al di sotto di 1^m, 20, che deve tenersi come un minimo.

Nell'esecuzione dei muri di sostegno, e quindi anche in quelli delle traverse, essendo importantissimo assicurare la stabilità anche contro lo scorrimento, si consiglia a tal effetto qualche volta di disporre gli strati di muratura non orizzontalmente, ma con una lieve inclinazione verso l'interno. Nei muri a paramento inclinato è facile soddisfare a questa condizione, disponendo gli strati normali al paramento esterno $A\,B$ (*Fig.* 20).

Fig. 20.

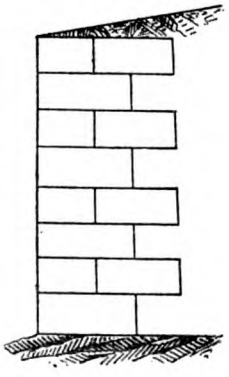
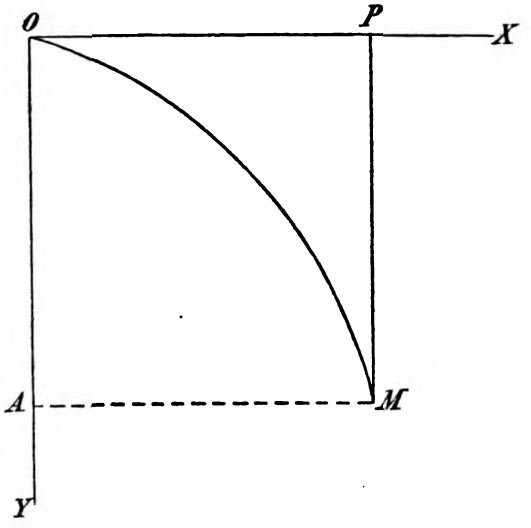


Fig. 21.



Le considerazioni precedenti ci condurrebbero a fare verticale il paramento interno d'una traversa di sostegno, ed inclinato ad $^1/_{10}$ quello esterno. Ma un'altra considerazione ancora ci porta a dare al paramento esterno una disposizione molto prossima alla verticale. In fatti quando le acque trasportano delle pietre, queste non debbono urtare sul paramento, perchè lo guasterebbero ben presto; ma cadere sulla platea, che è destinata a resistere contro questo urto.

Sia x lo spazio percorso dall'acqua colla velocità v e colla accelerazione g nel tempo t e secondo l'asse delle x (*Fig.* 21), y quello percorso secondo quello delle y; si avrà dalle leggi del moto dei gravi

$$x = vt, \quad y = \frac{1}{2} g t^2.$$

Digitized by Google

Dalle quali eliminando t, si ha l'equazione della traiettoria descritta dall'acqua e dalle pietre trasportate da essa nel riversarsi da una traversa, cioè

$$(13) \qquad y = \frac{1}{2} g \frac{x^2}{v^2},$$

che rappresenta una parabola di secondo grado.

Quest'equazione permette di trovare il punto M, nel quale l'acqua batte sulla platea per una data velocità v e per una certa altezza h della traversa; e si trova

$$(14) \qquad OP = \sqrt{\frac{2h}{g}} v^2 = v \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

I valori di $OP = AM$, corrispondenti a quello più grande e più piccolo di V, danno i limiti della lunghezza della platea per una data altezza h della traversa. Il valore minimo poi di OP dovrà essere tale che l'acqua non incontri il paramento esterno.

I valori medii di V per secondo, pei quali il fondo dei canali comincia ad essere corroso, trasportando le materie che lo costituiscono, sono i seguenti:

Terre sciolte	$V = 0,08$
Argille tenere	$= 0,15$
Sabbie	$= 0,30$
Ghiaia	$= 0,61$
Ciottoli	$= 0,64$
Pietre rotte, silice	$= 1,22$
Ciottoli agglomerati, scisti teneri	$= 1,52$
Rocce stratificate	$= 1,83$
Rocce dure	$= 3,05$

Se si considera il caso di una velocità di 0,61 ed un'altezza di 5 metri, si trova

$$OP = 0,61 \sqrt{\frac{2,5}{9,81}} = 0,62 \ m;$$

vale a dire che una scarpa di 0,62 del muro non permetterebbe a sassi della dimensione media della ghiaia d'incontrare il paramento esterno della traversa. Questa scarpa corrisponde a 12 centimetri per metro, e sarebbe già superiore a quella di 0,10, stabilita precedentemente pei muri di sostegno delle traverse.

Nel caso di ciottoli, ai quali corrisponde una velocità della corrente di 0,64, e per una medesima altezza di traversa, si avrebbe

$$OP = 0,65;$$

cioè, con una pendenza per metro di 13 centimetri i ciottoli non incontrerebbero mai il piede della traversa.

Nel caso di velocità minori, come quelle capaci di trascinare le argille e le sabbie, scorreranno queste materie lungo il paramento esterno, ma non potranno col loro urto danneggiare queste costruzioni.

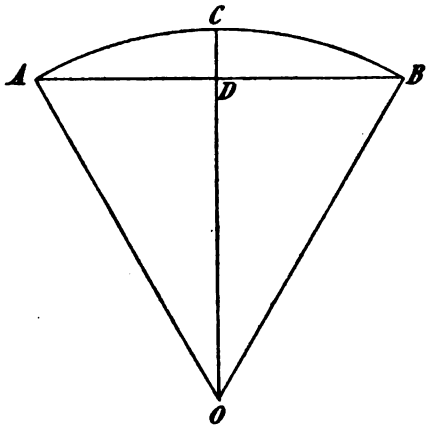
I tipi di traverse nei quali il paramento esterno è verticale, non sono quindi da adottare, poichè non possono convenire che a quelli costruiti a secco. Nel caso di una muratura in calce, oppure di una muratura mista, un tale paramento è contrario ai principii

Digitized by Google

della stabilità. Nella muratura a secco l'instabilità derivando piuttosto dalla indipendenza dei materiali che compongono la muratura, anzichè dalla tendenza al rovesciamento di tutta la massa, sarà migliore il paramento a valle verticale, perchè meno danneggiato dall'urto delle acque e dalle materie che trasporta.

Quando una traversa ha la forma curvilinea un po' accentuata, la spinta riportandosi alle spalle, è necessario che queste si appoggino sopra la roccia: allora la traversa sarà assicurata tanto contro la rotazione, quanto contro lo scorrimento; mentre invece non avrebbe scopo utile un paramento curvilineo, quando le spalle non avessero dei forti punti d'appoggio.

Fig. 8.



Il tracciamento dell'arco della volta orizzontale non presenta nessuna difficoltà. Sia $r = A\,O$ (*Fig.* 8), il raggio di un arco di cerchio O, f la freccia, c la semicorda, t l'angolo al centro, dal triangolo $A\,D\,O$ si ha

$$(15) \qquad r = \frac{1}{2f}\,(f^2 + c^2), \quad sen\,\frac{\alpha}{2} = \frac{c}{r}.$$

Ora negli archi dei ponti si prende in pratica ordinariamente per freccia $^1/_4$ della corda, e mai si fa minore di $^1/_8$, salvo qualche rarissima eccezione in cui è ridotta ad $^1/_{10}$ dell'apertura dell'arco. Avuto riguardo alle circostanze nelle quali si dà alle traverse questa forma, ed avuto riguardo alla stabilità delle spalle che penetrano nella roccia, questo rapporto fra la corda e la monta si può tenere senza difficoltà $^1/_{10}$. Introducendo quindi il valore di $f = \frac{2c}{10}$ nelle equazioni (15) si ottiene

$$r = 2,60\,c, \quad sen\,\frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2,60} = sen\,22°,\,37',\,13'', \quad \alpha = 45°,\,14',\,26'',$$

le quali permettono di trovare il raggio in funzione della corda e l'ampiezza dell'arco.

Si potrebbe determinare lo spessore di una traversa anche considerandola come una volta. L'ingegnere Léveillè ha proposto pel calcolo dello spessore s delle volte dei ponti la formula

$$(16) \qquad s = \frac{1 + 0,2\,c}{3},$$

nella quale c dinota ancora la semicorda dell'arco.

Dai confronti fatti con un gran numero di ponti risulta che questa formula è applicabile anche per quelli sopra i quali passano convogli, e che sono sopraccaricati d'un gran spessore di terra. Applicata ad una traversa della lunghezza di 10 metri, essa darebbe uno spessore di

$$s = \frac{1 + 0,2\,.\,5}{3} = 0,67\,m,$$

che sarebbe sempre minore di quello che è necessario per resistere alla rotazione intorno allo spigolo esterno. Siccome in questo caso tanto la rotazione quanto lo scorrimento sono

Digitized by Google

impediti in conseguenza dell'incastramento delle spalle nella roccia, non riducendo lo spessore si ottiene evidentemente una resistenza maggiore che nelle traverse rettilinee.

È da notarsi qui che per la curvatura da darsi ad una traversa, si assume un principio quasi opposto a quello che si adotta per le volte delle ordinarie costruzioni civili. Infatti per queste sta il principio che la loro resistenza è maggiore, quanto più grande è la loro curvatura; laddove nelle traverse, nelle quali le sponde del torrente cedono facilmente scoscendendo, àvvi pure una pressione alle spalle, diretta secondo la lunghezza della traversa: la qual pressione nuoce alla stabilità, quanto più è curva la traversa stessa. Anzi in questo caso la stabilità sarà tanto più grande, quanto più la direzione della traversa tenderà ad essere perpendicolare alle sponde del torrente; e per conseguenza non si può assegnare alcuna regola fissa per questo raggio di curvatura, perchè esso dipende dalle condizioni delle spalle.

Ora che di una traversa conosciamo la forma e le dimensioni, e le circostanze che possono modificare questa e quella; vediamo quali sono le disposizioni da prendersi per le fondazioni, ne' diversi casi.

I terreni, rispetto alla maggiore o minore resistenza che presentano per le ordinarie fondazioni, si possono distinguere in tre categorie principali, bensì con un'infinità di gradazioni intermedie. La prima comprende le rocce, i tufi, le marne, ed in generale quei terreni che non si possono attaccare che colla mina, colle mazze e cogli scalpelli; e questi sono i più favorevoli per stabilire le fondazioni: la seconda categoria comprende i terreni sabbiosi e quelli di trasporto: alla terza appartengono tutti quegli altri che presentano difficoltà più o meno grandi per dar loro una resistenza uniforme e sufficiente.

Nel primo caso le fondazioni si possono stabilire direttamente sulla roccia; e nel secondo, se la roccia non è molto profonda, si prolungheranno fino ad incontrarla. Se poi questa fosse tanto profonda da esigere una fondazione di un'altezza maggiore della metà o di due terzi dell'altezza fuor di terra, converrà o scegliere un'altra posizione, oppure ricorrere a mezzi ausiliari per dare al terreno la solidità necessaria. Quando collo scavo si è raggiunta la roccia od un fondo resistente, dopo averlo ben spianato, s'incomincia il lavoro di fondazione, facendo un buon letto di calce, e disponendo quindi il primo strato di pietre, scelte possibilmente della medesima altezza e durezza, evitando di adoperare i materiali teneri o di mediocre qualità, e così si continua fino a raggiungere il suolo naturale. Queste fondazioni potranno essere anche più profonde nel paramento a valle, indi con diverse riseghe si potrà ripigliare il piano.

Sebbene le fondazioni rimangano nascoste, non devono esser fatte con minor cura del paramento esterno; anzi bisogna raddoppiare l'attenzione per assicurarne la stabilità. Quando riposano sopra un suolo naturale incompressibile, è sufficiente dar loro un aggetto, ossia risalto, su ciascuna faccia di 5 o 10 centimetri; il che basta per essere sicuri che la muratura ha una base solida, eguale almeno a quella della fondazione, e che non ostante il difetto di cure nella costruzione dei paramenti, non avrà appoggi falsi. Oppure si può anche prolungare nelle fondazioni l'inclinazione dei due paramenti; il che è quello che più ordinariamente troviamo eseguito nelle traverse.

Se poi la roccia non appare che in alcuni punti, lasciando fra loro degli spazi terrosi, si prepareranno gli scavi su questi punti rocciosi per poter poi stabilire delle piccole volte che si appoggiano sulla roccia, riempiendo tuttavia i vuoti di muratura.

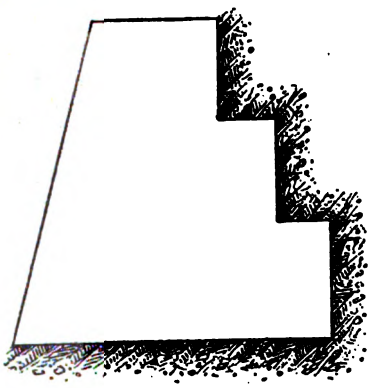
I terreni della seconda categoria sono ancora buoni per istabilire una fondazione, in quantochè hanno la proprietà di essere incompressibili quando sono incassati.

Nella fondazione poi in terreni della terza categoria, bisogna ricorrere a mezzi speciali, de' quali nei lavori di cui trattasi devesi evitare l'applicazione.

Digitized by Google

La traversa dovendosi appoggiare alle sponde che chiudono il torrente, quando queste sponde sieno in roccia, naturalmente, le fondazioni andranno allargandosi salendo. Tale allargamento si ottiene col mezzo di riseghe, appoggiandosi orizzontalmente sulla roccia come indica la figura 30. Le dimensioni calcolate di una traversa, sebbene siano sufficienti per la maggior parte dei casi pratici, tuttavia qualche volta, per aumentare il momento di stabilità, si costruiscono dei contrafforti sulla faccia interna, i quali hanno per iscopo di rompere il prisma della massima spinta e di portare verso monte il centro di gravità della traversa. Cosiffatti contrafforti possono far parte della muratura, oppure anche esserne indipendenti. Il modo più razionale, tanto pei muri di sostegno quanto per le traverse che hanno bisogno di rinforzo, consiste nel far loro delle riseghe interne (*Fig.* 22).

Fig. 22.



Qui il peso della terra, che si appoggia su ciascuna risega, concorre con quello del muro ad allontanare il centro di gravità dallo spigolo esterno di base, intorno al quale tende ad avvenire la rotazione.

Se si stabilisse l'equazione di equilibrio per questa specie di traversa con contrafforti a riseghe, si troverebbe, come, tenendo conto del peso delle terre insistenti sulle riseghe, si aumenta notevolmente il momento di stabilità; e si potrebbe per conseguenza anche ridurre lo spessore.

Si è veduto precedentemente, che il versamento delle acque da una traversa avviene sopra una muratura speciale, destinata a proteggerne il piede dallo scavo che le acque stesse produrrebbero, a ricevere l'urto delle pietre che la corrente trasporta, ed a diminuire la sua velocità. Questa muratura, che si chiama platea, deve soddisfare ad un complesso di condizioni, delle quali le principali sono le seguenti. Il profilo longitudinale deve press'a poco essere orizzontale, affinchè le acque non ripiglino troppo rapidamente la loro velocità; ed abbastanza lunga nella direzione del torrente, perchè riceva l'urto di tutta la lama d'acqua, e non venga corrosa nè longitudinalmente nè lateralmente.

Determiniamo ora la lunghezza, la larghezza e lo spessore che voglionsi dare a tal genere di muratura, perchè soddisfi a tutte le accennate condizioni.

Coll'equazione (14), abbiamo veduto, che si può trovare il limite al quale possono arrivare i materiali trasportati dalla corrente. Basta per questo sostituire ad h l'altezza della traversa misurata dalla platea e contata fino al livello della lama d'acqua nelle più grandi piene, e per v il valore corrispondente a queste piene. Essendo h' l'altezza della lama d'acqua, si ha (*Fig.* 23)

$$OP' = v\sqrt{\frac{2(h+h')}{g}}.$$

Essendo poi n la pendenza per metro del paramento esterno, si ha

$$AB = nh;$$

e sottraendolo dal valore precedente OP', si avrà la lunghezza l della platea contata dal piede della traversa, cioè:

$$l = v\sqrt{\frac{2}{g}(h+h')} - nh.$$

Digitized by Google

Ma praticamente bisognerà tenerla ancora un po' più lunga, perchè l'acqua e le materie che trasporta in questo punto non hanno perduta tutta la loro velocità. I valori di v e di h', corrispondenti alle massime piene, bisogna determinarli in ciascun caso particolare.

Si sono riscontrate nei torrenti delle Alpi velocità anche di oltre 12 metri per secondo, e altezze di lame d'acqua anche da 7 ad 8 metri. Però non si può in pratica prendere per punto di partenza questi dati e casi affatto eccezionali, nei quali non potrebbe resistere nessuna costruzione se non in proporzioni eccezionali del pari. Ponendo

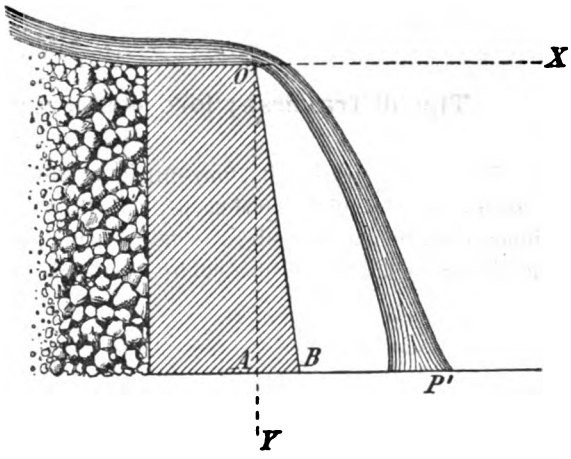
$$v = 10\,m, \quad h = 5\,m, \quad h' = 3\,m, \quad n = \frac{1}{10}$$

si avrebbe

$$l = 13,77\,m.$$

La grande traversa N. 1 pel torrente di Riou-Bourdoux, essendo la platea contata dal piede della traversa fino alla controtraversa (*Fig.* 82), ha 17 metri di lunghezza.

Fig. 23.



In quanto alla larghezza, cioè in sezione trasversale, essa potrà avere la forma d'un arco di cerchio; in guisa, che la lama d'acqua cadendo sulla platea, abbia la maggior larghezza possibile. Per impedire poi lo scavo al piede della traversa, essa dovrà far corpo con questa ed insinuarsi lateralmente alquanto nelle sponde, che si tuteleranno ancora con massi o con travi, tenute ferme col mezzo di paloni conficcati nel terreno.

Il materiale della platea deve essere il più grosso possibile, disposto di piatto, e la sua forma quindi analoga a quella della corona, in modo da avere una sezione superiore a quella corrispondente alla portata, a cagione del rigurgito che si produce per la piccola pendenza che le si dà nel senso della sua lunghezza. Questa pendenza, infatti, non deve oltrepassare i due o tre centimetri per metro, e spesse volte viene anche affatto soppressa.

Lo spessore della platea può essere di più metri, secondo l'altezza della traversa e della profondità delle sue fondazioni. Qualche volta poi, e quando le circostanze locali lo permettano, le acque si riversano a dirittura su qualche scoglio che non può essere corroso; e si procura allora una cascata naturale più alta che sia possibile, e che è nello stesso tempo la più economica in conseguenza della soppressione della platea.

Quando non si può far cadere l'acqua su qualche scoglio, ed il terreno a valle della traversa è in forte pendenza, allora le acque finirebbero egualmente col produrre uno scavo all'estremo della platea: e per impedirlo, la si termina con una specie di controtraversa (*Fig.* 67, 68). Essa è curva o rettilinea, secondo i casi, e con una fondazione sempre profonda, e ad una distanza dalla traversa sempre maggiore di quella dell'altezza di caduta.

Se il terreno è facile ad essere corroso, la platea si costruisce in muratura con calce idraulica, od anche in pietra a secco, adoperando i massi più grossi possibili. Le sponde

Digitized by Google

del torrente in questo tratto, dalla platea alla controtraversa, si riparano spesso col mezzo di muri di rivestimento allo scopo di evitare i danni che potrebbe produrre il rigurgito delle acque. A valle poi della controtraversa, e per un tratto eguale press'a poco alla sua lunghezza, si possono stabilire, per evitare qualsiasi corrosione delle sponde, dei graticci longitudinali; e quando sia necessario impedire anche quella del fondo su una maggiore lunghezza, si possono continuare questi graticci, collegandoli con altri trasversali (*Fig.* 57, 58, 59, 60, 61, 62).

Quando l'altezza di caduta della traversa è grande, la controtraversa si eleva leggermente sulla platea di circa una cinquantina di centimetri; in modo che l'acqua cadendo sopra uno spessore liquido di 50 centimetri, scema l'effetto dell'urto, ed esce dalla controtraversa dopo aver perduta tutta la sua velocità, per ricominciare poi a prenderne una nuova.

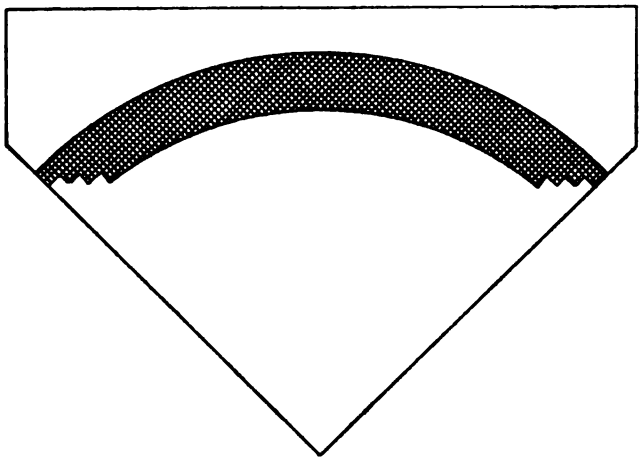
Se poi il fondo del torrente non fosse facile ad essere corroso, la platea fra la traversa e la controtraversa si formerebbe semplicemente di massi collocati di piatto, senza eseguire una muratura accurata, come si è precedentemente indicato.

Capo VIII.

Tipi di traverse; loro costruzione; opere in legname.

Nei lavori di correzione dei torrenti, il servizio dei rimboschimenti in Francia ha adottato alcuni tipi, dei quali il primo presenta la forma seguente. Il paramento a monte è rettilineo e perpendicolare all'asse del torrente; quello a valle ha una piccola curvatura ed una scarpa dal 20 al 30 per cento e presenta una superficie conica avente per direttrice una retta inclinata secondo la scarpa adottata, e per asse la verticale passante pel centro della curva. La corona è una curva regolare, la cui corda e freccia sono tali da dare una sezione proporzionata alla portata del torrente. Questo tipo fu adottato specialmente per le traverse in muratura a secco, modificando secondo le circostanze la forma della corona e delle spalle, le quali talvolta sono rialzate. Qualche volta è stato fatto il paramento a valle, perfettamente verticale; e quello invece a monte, a scarpa. Le figure 24, 25, 26 rappresentano il modello N. 1 del 1° tipo, e le figure 27 e 28 i modelli N. 2 e N. 3 di questo stesso tipo.

Fig. 24.



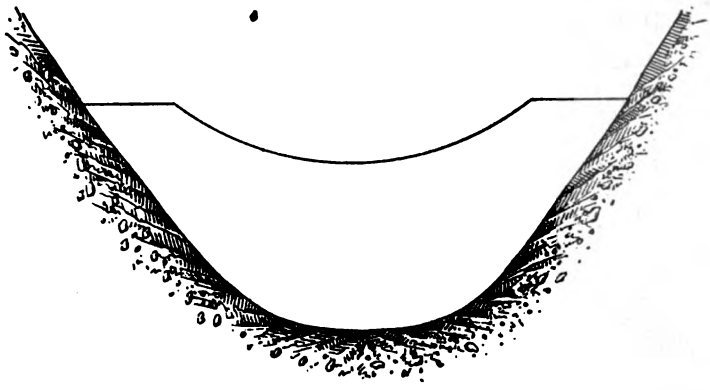
Modello N. 1. Pianta.

Questo primo tipo ha il grave inconveniente che, volendo dare una grande curvatura alla traversa, si aumenta considerevolmente la massa di muratura alle spalle, e con ciò

Digitized by Google

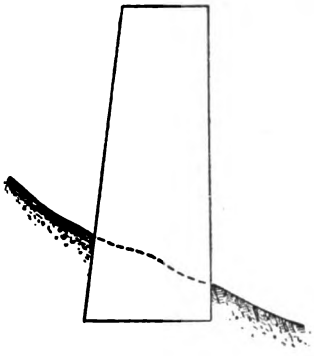
anche il dispendio. Di questo tipo è la traversa che porta il N. 2 del torrente di Bourget, costruita tutta in muratura con calce idraulica, e che doveva servire di base ad altre undici traverse. Nei successivi lavori esso è però stato abbandonato; come pure tutti gli altri che hanno il paramento a valle verticale, e però contrario alle regole di stabilità, quali sono i modelli che portano i numeri 3, 5 e 8, che fra poco vedremo. In fatti il paramento a valle verticale non potrebbe convenire che alle traverse costruite a secco, le quali non debbono presentare una grande resistenza al rovesciamento. Anche le ali del modello N. 2 di questo tipo sono pure state abbandonate a cagione della poca resistenza che presenta questa forma, poichè nel caso di grandi lave possono facilmente essere demolite.

Fig. 25.



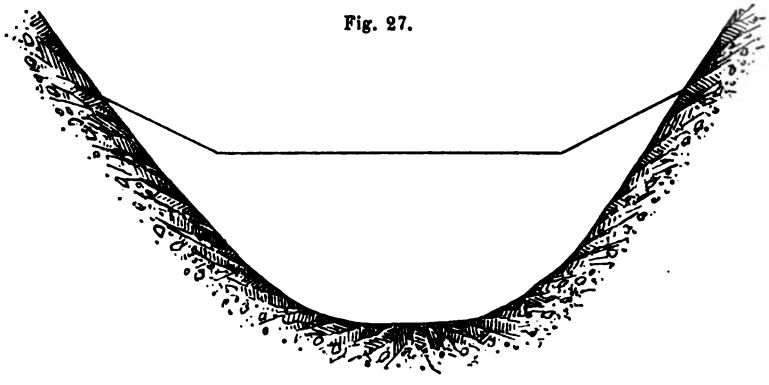
Modello N. 1. Alzato.

Fig. 26.



Il secondo tipo ha la forma d' una volta orizzontale, con una maggiore curvatura che nel primo; il paramento a valle presenta una superficie conica, avente per direttrice una retta inclinata secondo la scarpa esterna, e per asse la verticale passante pel centro della curva del paramento a monte, costituito da una superficie cilindrica verticale di raggio dato. Tale tipo si può modificare invertendo i due paramenti, come precedentemente. La corona poi è simile a quella del primo tipo. La figura 33 rappresenta il modello N. 4, 2° tipo; e si ottiene il modello N. 5 riportando a monte la scarpa del paramento a valle. La forma della corona è simile in questi due modelli, ed è una curva regolare colla corda orizzontale.

Fig. 27.

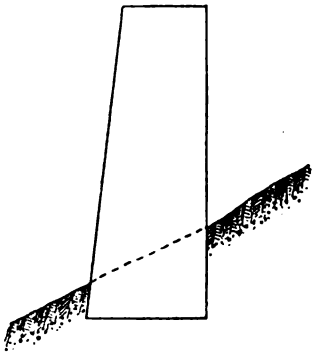


Modello N. 2. Alzato.

Digitized by Google

Il terzo tipo di traverse (*Fig.* 34, *Modello* N. 6) è una volta orizzontale, col paramento a monte di forma cilindrica, e quello a valle di forma conica; le cui spalle, prolungandosi fino alle sponde, si appoggiano su muri rettilinei tangenti all'arco adottato. La corona poi ha la forma di una curva prolungata alle estremità secondo la direzione della tangente all'arco.

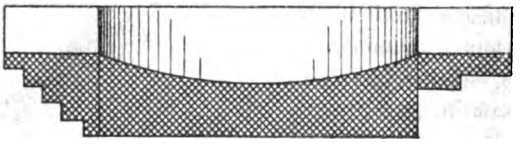
Fig. 28.



Modello N. 3. Sezione trasversale.

Talvolta si sopprimono le curve dei due paramenti, e si tiene quello a monte verticale perpendicolare all'asse del torrente, quello a valle inclinato colla scarpa adottata, e per la corona si assume un arco regolare colla corda orizzontale (*Fig.* 29, 4° *Tipo, Modello* N. 7). Se poi si trasporta a monte il paramento inclinato e si fa verticale quello a valle, si ha il modello N. 8, che è uno di quelli da escludersi nella pratica.

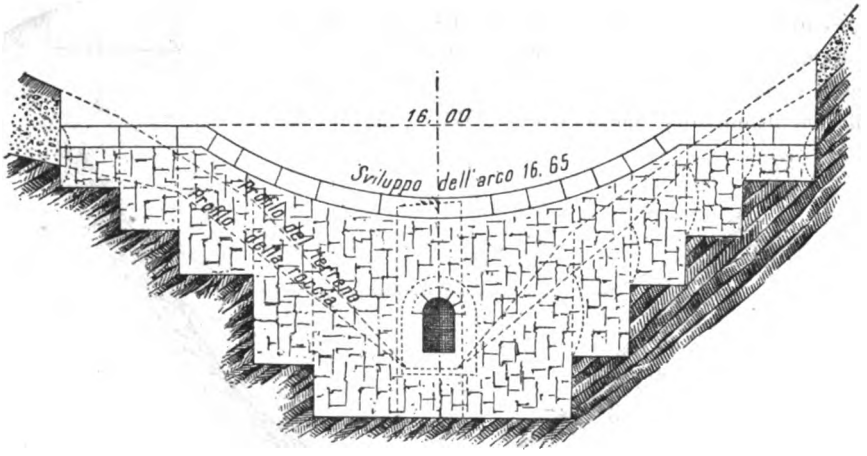
Fig. 29.



Modello N. 7. Pianta.

Colla scorta delle considerazioni precedenti sul calcolo delle traverse; ed in relazione all'officio che esse dovranno adempire, alla resistenza che dovranno opporre, alla quantità di muratura e quindi all'economia; si potranno scegliere quelli fra i tipi esaminati che più convengono alle diverse contingenze. Quelli che in pratica possono essere adottati si riducono ai modelli N. 4, 6 e 7.

Fig. 30.



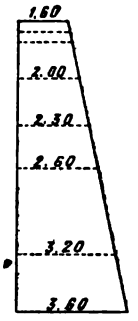
Alzato della traversa N. 6 in muratura mista costruita sul torrente di Bourget.

Il primo, nel caso in cui gli appoggi delle spalle siano molto solidi; e si adoperano tutti i modi di muratura ad eccezione di quella in tutta calce idraulica, poichè sarebbe superfluo dare una tale resistenza ed incontrare un tale dispendio. Adoperando la muratura a secco, si dà al paramento a valle una scarpa del 25 per cento, e per lo spessore si fa in modo

Digitized by Google

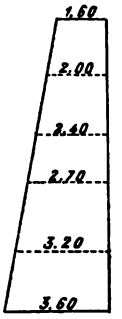
che alla metà della corona esso sia uguale alla metà dell'altezza al di sopra del letto, misurata sul paramento a monte; la freccia poi dell'arco del paramento si tiene $^1/_{10}$ della corda. Nel caso in cui si adoperi il sistema misto di muratura, si fa in modo, che a metà dell'altezza della traversa contata dal letto, lo spessore sia la metà di questa altezza.

Fig. 31.



Sezione sul lato destro.

Fig. 32.

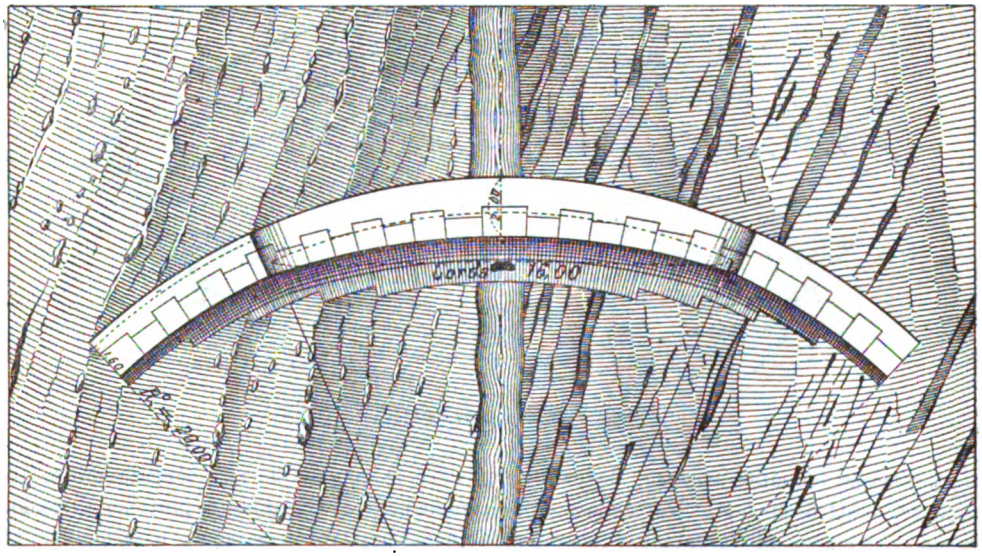


Sezione sul lato sinistro.

Il secondo di questi ultimi tipi, ossia il N. 6, sebbene non sia adottato per una grande costruzione, lo è però per quelle piccole che si fanno in muratura a secco verso le origini dei torrenti e dei burroni. Se poi si costruisce questo tipo col sistema detto di muratura mista, descritto precedentemente, esso presenta una resistenza straordinaria.

Il terzo di questi tipi, ossia il N. 7, che si chiama anche traversa rettilinea, si costruisce ordinariamente in muratura mista, quando le sponde non offrono gravi pericoli di movimenti; in caso contrario, si adopera tutta la muratura in calce idraulica. Le figure 30, 31, 32, 33, 34, 35 rappresentano un disegno completo della traversa N. 6 in muratura mista costruita sul torrente di Bourget, uno dei più terribili delle Basse Alpi, e che per effetto delle opere di cui è parola nella presente Relazione, si può tenere ora come spento.

Fig. 33.



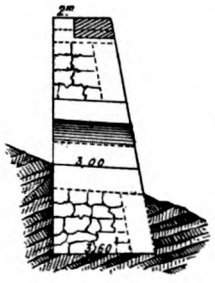
Piano della traversa, tolte le terre.

In quanto alla specie di muratura, essa dipende non solo dalla resistenza e dalla durata che si può assegnare alla costruzione, ma anche dall'avere in sufficiente abbondanza il materiale necessario e dall'economia. In generale, la muratura a secco deve riservarsi soltanto per quei luoghi nei quali l'altezza ed altre difficoltà del trasporto della calce e della sabbia rendono il metro cubo di muratura eccessivamente costoso. In fatti, la re-

Digitized by Google

sistenza della muratura in calce non ha paragone con quella a secco; ma la spesa è alquanto maggiore, e per ovviare in parte a questo inconveniente è stato in Francia adottato il sistema misto di costruzione, che è eccellente; come lo provano i risultati conseguiti, oggimai da tempo sufficiente e con resistenza alle prove più dure, da poter giudicare di esse molto favorevolmente.

Fig. 34.

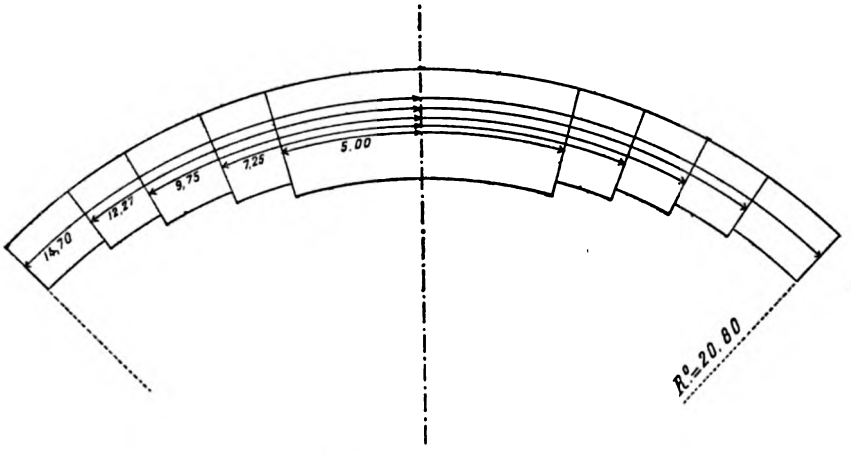


Sezione lungo l'asse.

Questo sistema consiste nel fare il corpo della muratura in pietrame a secco, il paramento a valle con muratura in calce idraulica fino ad uno spessore di 80 centimetri, la corona pure in calce collo spigolo a valle in pietra da taglio commessa con calce, ed infine un' apertura in basso sufficiente per ismaltire le acque d' una portata ordinaria. Tale apertura è pure in muratura con calce idraulica, per uno spessore tutto all' in giro di 80 centimetri.

Le parti della traversa, che sono più esposte ai danni, formano in questa disposizione un solo corpo, con una resistenza assai superiore a quella che si avrebbe in una costruzione in muratura a secco; nella quale sconnettendosi o venendo esportata qualche pietra, potrebbe venir danneggiata una parte considerabile della traversa, od anche tutta. Quando essa è costruita con calce, non viene mai demolita totalmente: tutt' al più soffre in una gran piena una breccia nella corona. Il formare delle buone congiunzioni, anche nella muratura a secco, è sempre

Fig. 35.



Piano delle lunghezze sviluppate.

un' operazione alquanto costosa, dovendosi lavorare le pietre un po' accuratamente, almeno su quattro facce, e trattandosi di una superficie di paramento piuttosto grande. Questa costruzione mista è molto conveniente anche dal lato economico, e specialmente quando le pietre sono molto dure e non hanno piani di facile sfaldatura. La muratura con calce idraulica alla corona, risparmia l' uso dei ferri di collegamento, che spesso si adoperano nelle traverse in muratura a secco; e permette di ridurre lo spessore, col vantaggio non solo dell' economia, ma con quello altresì di poter usare dei materiali più minuti, onde l' esecuzione è resa più facile specialmente nei luoghi ove fanno difetto i materiali più grossi.

Un altro importante vantaggio di questo sistema, in confronto a quello in muratura a

Digitized by Google

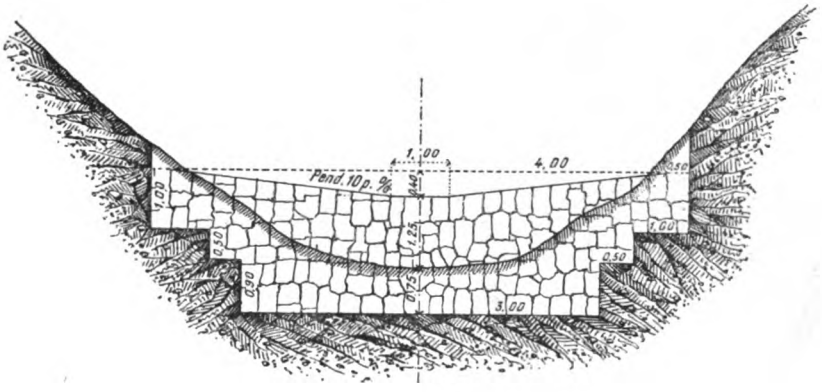
secco, si è di poter stabilire un'apertura solida, a monte della quale trovasi una specie di griglia con piuoli di larici di 10 centimetri di diametro; la quale, mentre trattiene le grosse pietre, lascia passaggio alle acque ed alle sabbie, facilitando così la formazione di un deposito compatto formato di pietre di tutte le grossezze. E se per caso quest'apertura venga ad otturarsi prima che l'interrimento sia completo, sarà facile riaprirla; laddove la traversa in muratura a secco, operando come un filtro, si ottura facilmente, e le acque stagnandosi a monte, prima che l'interrimento sia completo, la convertono in una vera diga, ed ha bisogno allora di più forti dimensioni.

Un ultimo vantaggio, che citeremo, di questa costruzione mista, è quello che, se durante l'esecuzione sopravvenisse una piena, la sola parte fresca, di due o tre giorni al più, può essere demolita; mentre la muratura a secco il più delle volte vien tutta distrutta.

In alcuni casi eccezionali potrebbe esser necessario che tutta la costruzione fosse in calce idraulica, come per esempio quando si tratta di un letto facile a corrodersi e di sponde poco stabili. Allora la muratura deve costituire una grande massa compatta, omogenea, e che offra la maggiore resistenza possibile tanto alla forza che tende a rovesciarla quanto alle pressioni laterali.

Le traverse in pietra a secco vengono, per conseguenza, ristrette alle sole opere che si costruiscono verso le origini dei torrenti, e per le quali non si propone un disegno speciale. Si chiamano rustiche, e sono di una grande importanza; perchè, a quelle altezze, adempiono i medesimi offici dei graticci e dei lavori di fasciname che si adoperano spesso sui terreni schistosi, dove il pietrame fa difetto. Le figure 36, 37, 38 rappresentano alzato, pianta e spaccato di una traversa rustica, che è quella più in uso, salvo la forma in pianta, anche presso di noi e specialmente nella Valtellina.

Fig. 36.



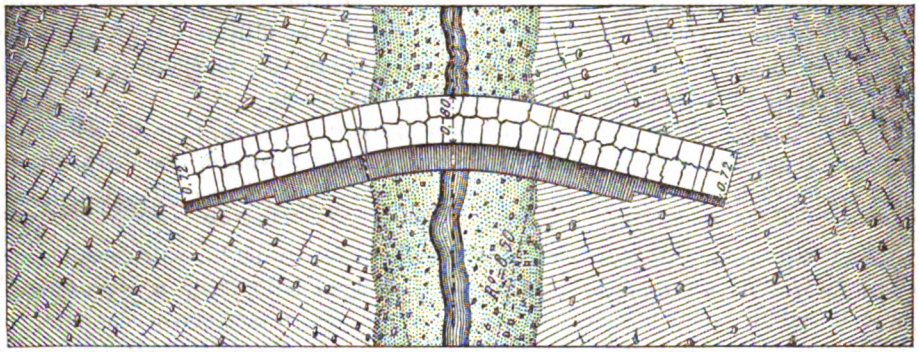
Traversa rustica.

Quando il pietrame è molto scarso, ed abbastanza abbondante il legname, ed i lavori hanno un carattere provvisorio, cioè da durare fino a quando è assicurato il rimboschimento delle sponde del bacino, si può far uso di legname che si adopera sotto diverse forme, tanto di grossi pezzi quanto di fasciname, secondo lo scopo e la durata relativa che debbono avere i lavori. Evidentemente, se oltre ad una certa resistenza i lavori devono avere una lunga durata, è preferibile la costruzione in muratura. Ed infatti, se queste costruzioni si facessero nei luoghi esposti a mezzodì, dove le alternative della sic-

Digitized by Google

cità e dell'umidità determinano più facilmente la putrefazione, la traversa in legname dopo un certo tempo cederebbe alla pressione dei depositi prodotti ed all'attrito continuo

Fig. 37.

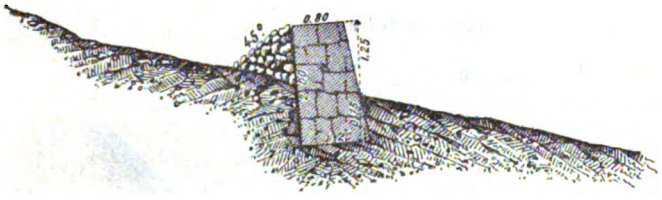


Pianta di una traversa rustica, senza le terre.

dei materiali di trasporto, si aprirebbe, e finirebbe coll'essere travolta dalla prima corrente un po' impetuosa.

Nonostante però la facile corruttibilità, il legname è sovente adoperato per collegare il pietrame della platea, e la figura 39 rappresenta una delle disposizioni adottate.

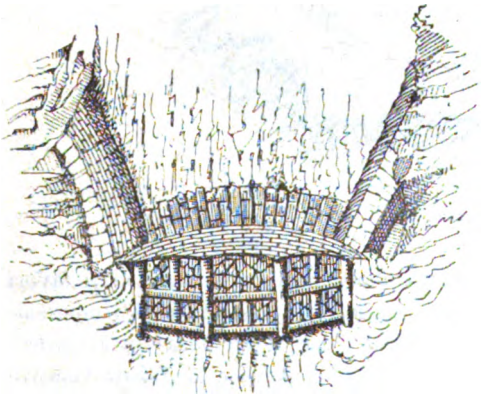
Fig. 38.



Sezione secondo l'asse.

Benchè nelle Basse Alpi il legname sia poco adoperato nelle traverse e negli altri lavori di consolidamento, ad eccezione delle opere in graticci ed in fasciname, tuttavia ci pare utile far conoscere come è stato adoperato in qualche altra parte della Francia; perchè potrebbe fra noi trovare in alcuni casi una vantaggiosa applicazione, e perchè giustificherà meglio il sistema di difesa adottato nelle regioni visitate.

Fig. 39.



Un procedimento adoperato nella costruzione di una traversa è quello di preparare il fondo con interi alberi, ordinariamente larici, disposti colla loro lunghezza nel senso della corrente, lasciando che tutta la ramata venga coperta dai depositi (*Fig.* 40). La fondazione della muratura si appoggia sui tronchi; e questa disposizione, che ha dato buoni risultati, è tale da resistere lungamente anche dopo una corrosione considerabile della platea: il che non dispensa però dal costruirla sempre con molta cura. È certo tuttavia, che la du-

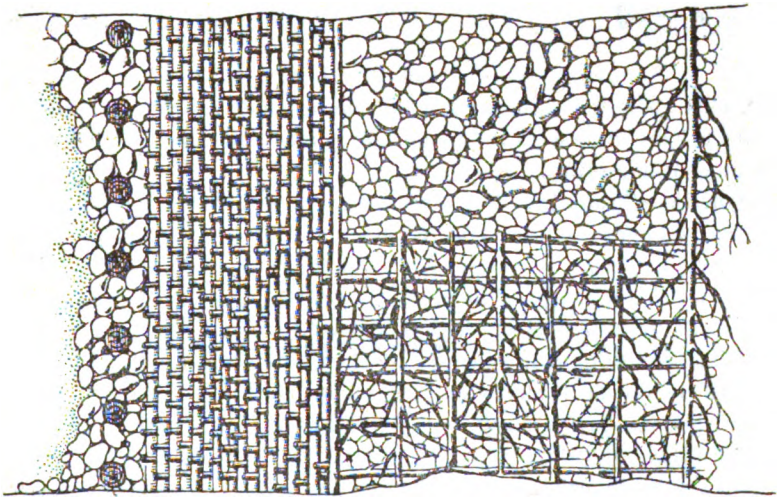
Digitized by Google

rata del legname non essendo lunghissima, un giorno la traversa mancando d'appoggio, si demolirà da sè.

Ad evitare l'inconveniente dello scavo, si pensò pure di piantare dei fittoni avanti la

Fig. 40.

Fig. 41.



traversa, collegati con altri pezzi orizzontali. Questo legname ben interrato resiste lungo tempo, ma finisce però col trovarsi nelle medesime condizioni del sistema precedente.

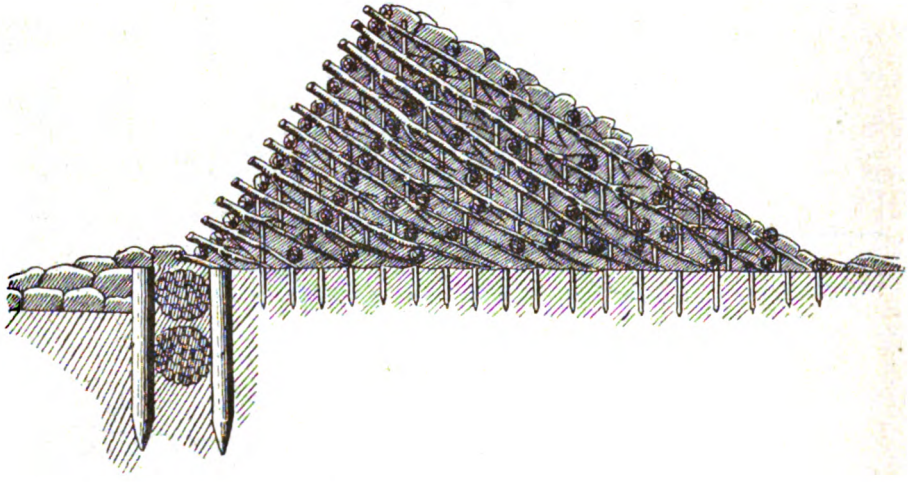
Un altro sistema è dovuto al valente ingegnere francese Rohr; il quale, studiando i profili degli scavi prodotti dalle acque torrenziali, osservò che essi erano abbastanza regolari, da corrispondere alle leggi del movimento dell'acqua che si effettua nella caduta. Egli ebbe l'idea di rompere la regolarità di questa linea di scavo, costruendo a valle una seconda traversa molto più piccola, la quale abbiamo veduto anche precedentemente sotto la denominazione di controtraversa, formata da un solo ordine di pietre e situata sull'orlo della curva di scavo che opera il torrente.

Citeremo ancora un'altra disposizione, usata dove il legname abbonda, e nella quale si adoperano pietre e legname. Essa è rappresentata nelle figure 41, 42. Nelle piccole traverse e di poca durata bastano dei fastelli di ontano e di salice; ed in quelle più

Digitized by Google

grandi e di maggior durata si adoperano tronchi di abete rosso o di abete bianco, ai quali si lasciano talvolta anche i rami. La traversa consta allora di più strati alternati di legname e di pietre, e ciascuno strato è tenuto insieme mediante pezzi tondi posti tra-

Fig. 42.



sversalmente, ed i vuoti si riempiono di pietrame prima di costruire lo strato successivo. Il collegamento poi dei diversi strati fra loro si fa mediante paloni conficcati in guisa da attraversare almeno due strati.

Questo sistema ha il vantaggio di una certa durata, perchè la putrefazione del legname avviene soltanto alla testa; mentre le altre parti, essendo riempite di sassi e terra, e non essendo in contatto coll'aria, si conservano assai lungamente. Al paramento a valle di questa traversa si dà una scarpa almeno di $^1/_3$ od $^1/_5$ dell'altezza. Al suo piede poi si dispongono due serie di pali, conficcati verticalmente ed aventi una grossezza da 10 a 15 centimetri, i quali stanno fuori del terreno di circa 50 centimetri. Lo spazio fra le due file di pali viene tenuto da 1 metro ad 1,50 e riempito di fasciname fino all'altezza di 1 metro. Avanti poi alla prima fila di pali si costruisce una platea con pietre scelte fra le più grosse possibili.

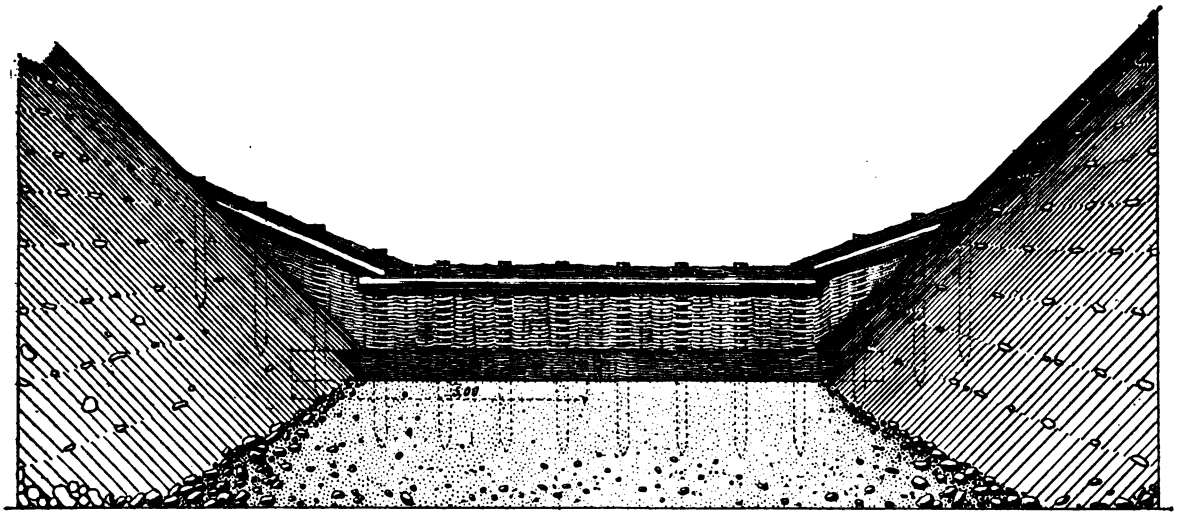
È molto importante determinare la differenza anche fra l'officio che possono adempire le traverse di muratura e le traverse di legno. Quelle allargano notabilmente la sezione del torrente col loro elevarsi, e formano a monte dei grandi depositi ed un alzamento del letto; invece, queste ultime sono piuttosto destinate a conservare quella larghezza e quell'alzamento di depositi che già esiste, moderando pure la velocità delle acque. Le dimensioni che si danno a queste ultime sono sempre più piccole di quelle delle prime; e siccome press'a poco si fondano sul medesimo principio, così conservano anche la stessa forma. Le prime, però, si applicano ai torrenti ed ai grandi burroni; le seconde si applicano invece alle ramificazioni meno importanti, le quali in generale hanno anche pendenze più forti: e non sarebbe economico stabilire delle traverse in muratura.

Le opere in legname usate in Francia, e specialmente nelle Basse Alpi, consistono in lavori di graticci e di fascine, e si chiamano collettivamente anche col nome di traverse viventi, perchè le materie delle quali sono formate sono in buona parte capaci di vegetazione immediata, e si sostituiscono ai lavori in pietre a secco, quando queste o mancano

Digitized by Google

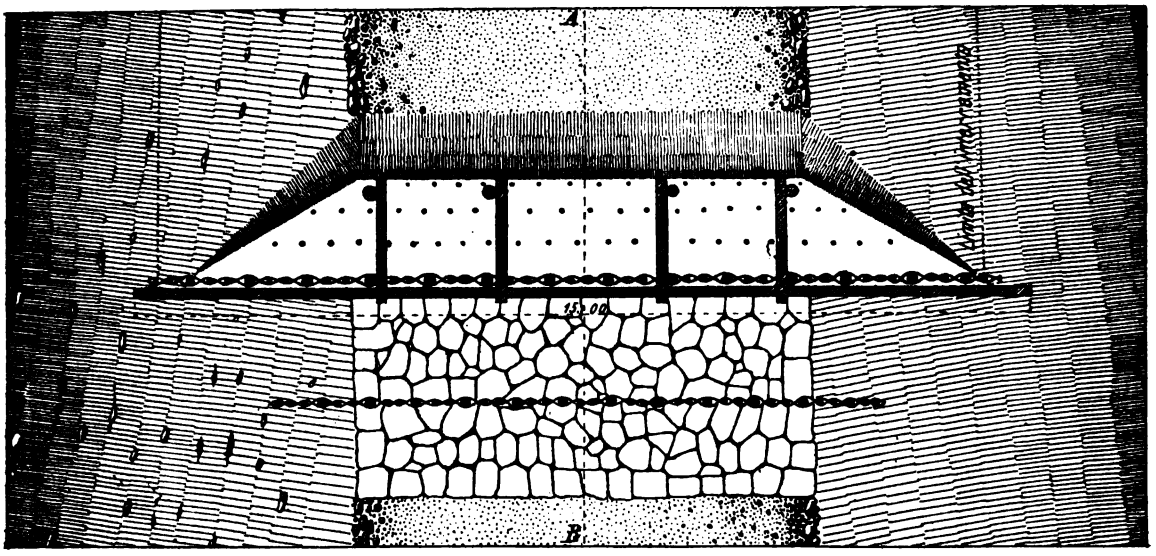
o scarseggiano o sono di cattiva qualità. Del resto, si comprende facilmente che nelle grandi traverse, destinate ad una certa durata, bisogna assolutamente proscrivere il legname,

Fig. 43.



Alzato di un graticcio di primo ordine con lungarine.

Fig. 44.



Pianta di un graticcio di primo ordine con lungarine.

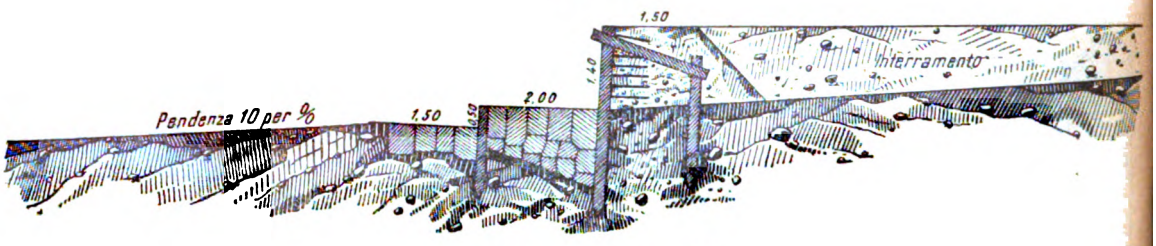
sia adoperato solo, sia col pietrame; e soltanto si adoprerà in quelle condizioni nelle quali esso si può svolgere e così perpetuare il suo officio, come nelle traverse viventi.

Fra queste ultime, le graticciate costituiscono i lavori di prim'ordine, ed hanno una lunghezza che oltrepassa qualche volta anche i 25 metri; ma l'altezza non supera mai

Digitized by Google

metri 1,50 al di sopra del letto del torrente, e si costruiscono secondo due diversi tipi. Il primo è detto ad *ascialone*, il secondo a *lungarina incastrata*, e questo non ha che un solo paramento intrecciato. Le figure 43, 44, 45 rappresentano questo sistema. Il graticcio

Fig. 45.



Sezione secondo l'asse *A B*.

è formato di rami forti di salici, posti alternatamente avanti ed indietro a picchetti equidistanti verticalmente piantati. Questi picchetti sono di due specie: gli uni del legname più duro che si possa trovare sul luogo dei lavori, ordinariamente di larice, e carbonizzati sulla parte più grossa per una lunghezza di metri 1,50 circa; gli altri sono piantoni destinati in seguito a vegetare. I pali di questa prima fila distano gli uni dagli altri un metro circa, e sono collegati con quelli della successiva per mezzo di pezzi trasversali pure di larice e paralleli al corso dell'acqua. Questi pezzi trasversali sono posti circa una ventina di centimetri al di sotto della testa di questi grandi pali, e fissati ad essi col mezzo di chiavarde di 23 centimetri di lunghezza, e sorretti da ascialoni fissati pure col mezzo di grandi chiodi. Nell'intervallo di due di questi pali si piantano nella fila a monte due picchetti di salice colla corteccia, più sottili e destinati col tempo a vegetare: donde cosiffatte traverse son dette viventi.

I pali di questa fila anteriore sono poi ancora collegati fra loro da altri pezzi di larice, in guisa da formare una specie di intelaiatura, resa ancora più solida da un graticcio formato da ramaglia che s'intreccia alternativamente intorno a questi pali. Le bacchette di questa ramaglia hanno una lunghezza di 2 metri almeno; e quando il graticcio è giunto all'altezza di circa 30 centimetri, si serra fortemente e si riempie a monte di pietre e di terra, formando un letto di barbatelle di 80 centimetri di lunghezza, poste perpendicolarmente al graticcio, distanti le une dalle altre 5 o 6 centimetri, e sporgenti dal medesimo 3 o 4 centimetri: quindi si continua il graticcio per un'altra trentina di centimetri, facendo il medesimo riempimento a monte e le medesime piantagioni; e così di seguito.

La platea si prolunga alquanto e s'interrompe con una fila di pali, intorno ai quali si forma un secondo graticcio, che non è però collegato con altri pezzi; e quivi l'acqua fa un altro piccolo salto di circa 50 centimetri, sopra un'altra piccola platea di massi posti di piatto.

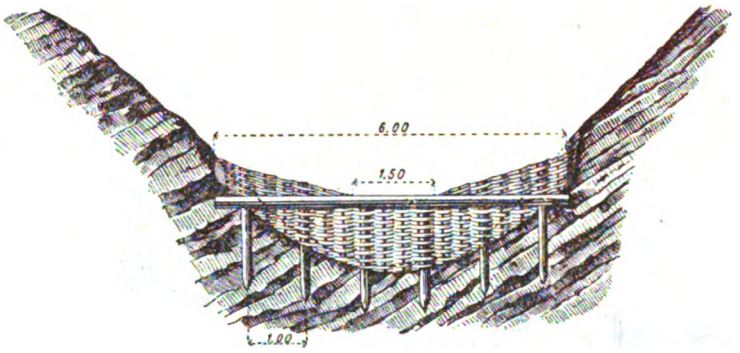
La traversa si cuopre di pietre e terra per una larghezza sulla corona di metri 1,50 circa, e quindi si dà a questo ripiano una scarpa di uno di base per uno d'altezza. Su questa specie di terrapieno si fanno altre piantagioni di salice col mezzo di piccole talee di quattro o cinque anni al più, che s'introducono in parte orizzontalmente anche nel graticcio stesso.

Le traverse a graticcio del secondo ordine sono pure rettilinee, hanno un solo paramento, e si costruiscono nel modo seguente (*Fig.* 46, 47, 48). Si fa dapprima uno scavo profondo da arrivare alla roccia o ad un terreno molto sodo; e sopra una linea trasversale al corso delle acque, si aprono dei fori di 14 centimetri circa di diametro e della

Digitized by Google

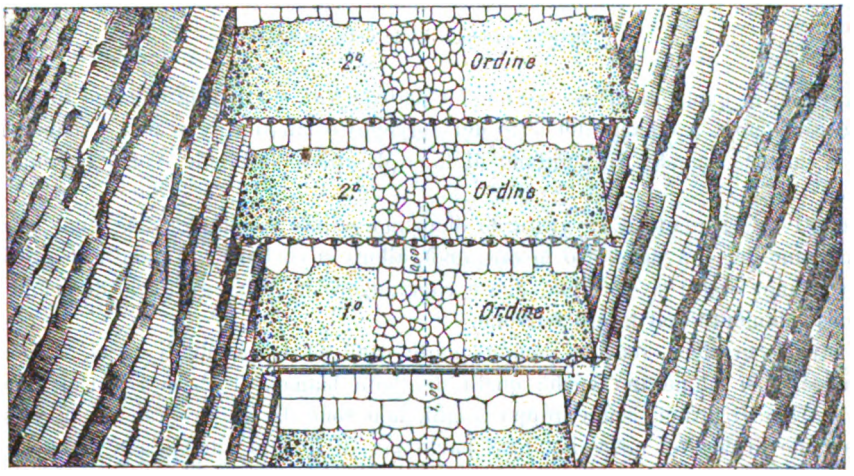
profondità di 80 centimetri, e vi si piantano dei pali di 2 metri di lunghezza; cosicchè sporgeranno metri 1,20 circa, che è l'altezza che si dà a questo graticcio. I pali sono ordinariamente di larice, assottigliati e carbonizzati nell'estremità che entra nella terra o nella roccia, e collegati fra loro superiormente per mezzo di chiavarde con un altro pezzo trasversale che si fa entrare lateralmente nella roccia per circa 80 centimetri ad aumentare la stabilità del graticcio. Fra due di questi grossi pali di larice, distanti un

Fig. 46.



Alzato di un graticcio di primo ordine con un solo paramento (2° tipo).

Fig. 47.



Pianta.

metro circa l'uno dall'altro, se ne piantano altri due di salice, più piccoli, di metri 1,30 di lunghezza e 5 centimetri circa di grossezza, e s'incomincia il graticcio rasente la roccia, adoperando rami di salice lunghi almeno 2 metri e procurando che l'acqua non possa passare al di sotto.

Come precedentemente, ad ogni 30 centimetri di altezza di graticcio si fa un riempimento a monte con pietre e terra, e si dispone orizzontalmente uno strato di talee di

Digitized by Google

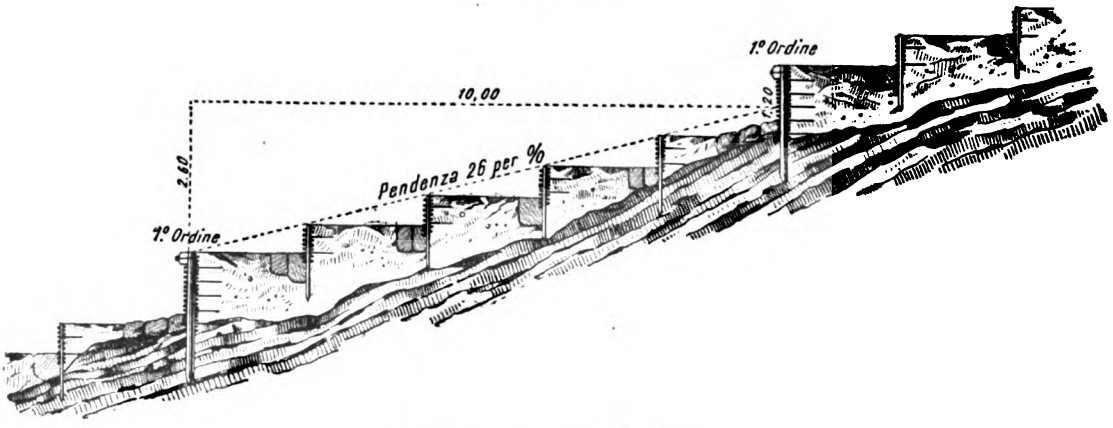
salice che sporgono a valle di alcuni centimetri; e così si continua per tutta l'altezza del graticcio, che verso le due sponde si eleva con un'inclinazione del 25 per cento.

La platea poi è costituita, come al solito, di grosso pietrame, e si estende per una lunghezza di un metro circa.

Quando questi graticci si costruiscono nella primavera si trovano nella successiva riempiti, ed allora s'incominciano i graticci di secondo ordine, che hanno un'altezza di soli 50 o 60 centimetri.

I palotti, intorno ai quali si eseguisce l'intreccio, sono di salice e piantati nell'alluvione per una profondità di un metro circa; però non collegati fra loro trasversalmente,

Fig. 48.



Sezione secondo l'asse della pianta.

come avviene in quelli di primo ordine. La platea (*Fig.* 48) non ha che una lunghezza di circa 60 centimetri. La parte del letto del torrente o burrone, che non è coperta dalla platea, e tutte le sponde, si piantano di talee di specie latifoglie, come frassino, olmo, acero, ec.

Quando l'interrimento d'un graticcio di primo ordine è completo (la qual cosa può, come abbiamo detto, aver effetto in un anno), allora si costruisce a monte un graticcio di secondo ordine; e così si continua, fino a raggiungere un altro graticcio di primo ordine ed il consolidamento dell'intero burrone.

A costruire graticci, servono comunemente rami ed arboscelli di salici, di nocciuoli, di citisi, ec. e si adoperano anche quelli di abete bianco, di abete rosso, di pino e di larice; ma questi ultimi, come troppo fragili, non sono da consigliarsi e non vi si deve ricorrere che in caso di necessità. Una parte poi di questa ramaglia e di questi arboscelli, come pure dei pali, può provenire dalle piantagioni già innanzi fatte per risaldare il terreno.

Per facilitare la formazione di questi graticci, occorre adoperare un materiale molto flessibile: e però si devono escludere possibilmente i rami di pino o di larice, che facilmente si spezzano; e la parte più grossa di questi rami non deve mai oltrepassare 3 centimetri. I pali si scelgono di un diametro di circa 10 centimetri, tenendoli alla distanza di circa metri 1,5, e piantandoli per un'altezza di circa un terzo della loro lunghezza che ordinariamente è poco più di un metro. Il graticcio s'incomincia rasente terra, e si finisce a 5 o 6 centimetri al di sotto dell'estremità dei pali.

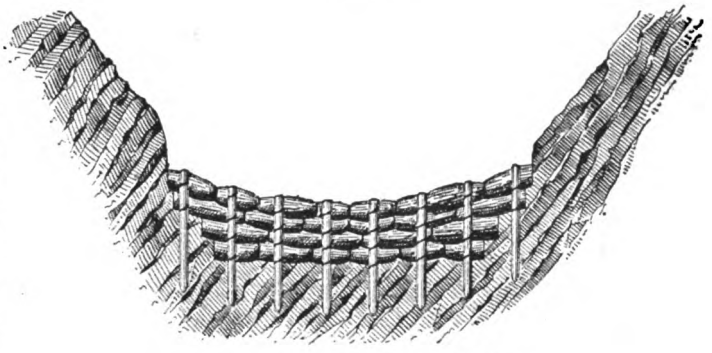
Digitized by Google

Per l'esecuzione dei graticci s'impiegano ordinariamente quattro operai: l'uno, il più capace ed intelligente e che è il capo di una specie di squadra, traccia le linee che devono seguire i graticci col mezzo di una marra, due altri che lo seguono piantano i pali, ed il quarto eseguisce l'intreccio del materiale preparato. Questi prende due piccoli fasci di tre o quattro ramoscelli, se sono grossi, e di più se sono sottili, li fa penetrare obliquamente nella terra, e li piega contro ciascun fianco del primo palo; quindi li torce insieme per un mezzo giro e li allaccia al palo successivo, sicchè venga a formarsi una specie di corda composta di due fasci e ad ogni giro completo attraversata da un palo. Siccome poi incominciando il graticcio colla parte più grossa dei fascetti, esso andrebbe diminuendo di forza, dal secondo al terzo palo se ne aggiungono altri in modo da ottenere una resistenza costante. Dovendo poi, per ragioni economiche, adoperare dei rami di specie facili a rompersi e che non resistono alla torsione, allora si alternano i rami semplicemente da palo a palo, come si farebbe pei graticci ordinari dei rilevati o delle trincee: tale sistema bensì non offre la solidità del precedente.

Trattandosi di graticci più alti, si usa un metodo misto: e cioè, per la parte inferiore, che deve opporre una maggiore resistenza, il primo metodo; e per la superiore il secondo, che è di una esecuzione più rapida, avendo cura infine di terminare il lavoro con qualche ordine di ramaglia ritorta all'effetto di renderlo più stabile.

Le fascinate non sono altro che graticci più semplici, e non si applicano che ai profili trasversali che non superano sette od otto metri (*Fig.* 49, 50 e 51). Si distinguono pure in due ordini: quelle del primo consistono in una fila di grossi paloni, che formano una curva volgente la convessità verso monte e rialzata verso le sponde come nelle traverse ordinarie, e si compiono nel modo seguente. Sul fondo livellato del burrone o del ramo di torrente si distendono delle talee di salice equidistanti, sporgenti dalla parete di questa specie di traversa, come si è fatto precedentemente; quindi si distende un primo filare di fascine, le cui estremità si incastrano nelle sponde del burrone. A monte poi si fa un riempimento di pietre e di terra, sul quale si dispone un altro strato di talee, che si ricopre di terra all'altezza della fascina: e così si continua, facendo ordinariamente tre strati di fascine, che arrivano a un metro d'altezza; ma si possono fare anche cinque strati, arrivando a metri 1,50.

Fig. 49.



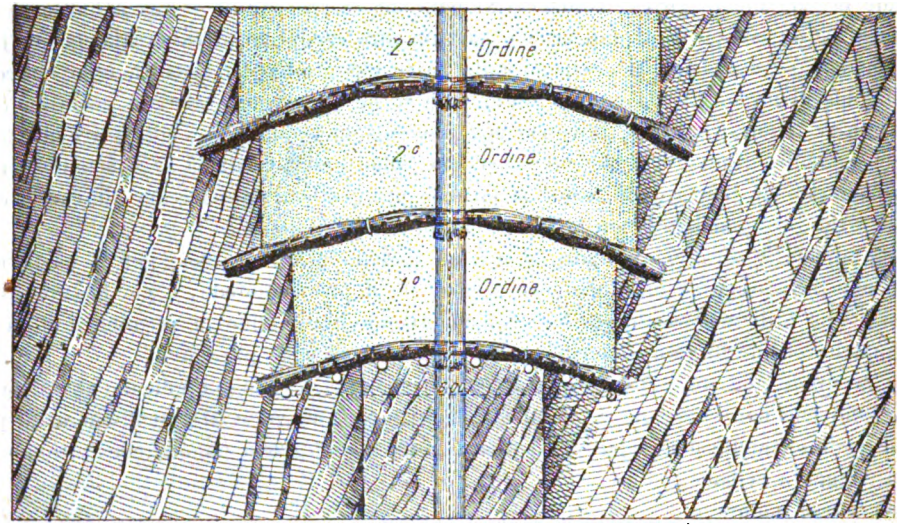
Alzato di una fascinata di primo ordine.

Le fascinate di secondo ordine sono fatte nel medesimo modo; ed i palotti ora attraversano le fascine, ora sono collocati anteriormente, ed anche questi devono come le talee avere la corteccia ed essere tagliati di fresco, dovendo pur vegetare. Uno strato o due di fascine forma ordinariamente questa specie di traversa; a valle della quale non si fa una vera platea, ma solamente si raccoglie il pietrame che si trova all'intorno, per dargli una disposizione un po' regolare, perchè l'acqua non possa corrodere, e quella che penetra defluisca liberamente.

Digitized by Google

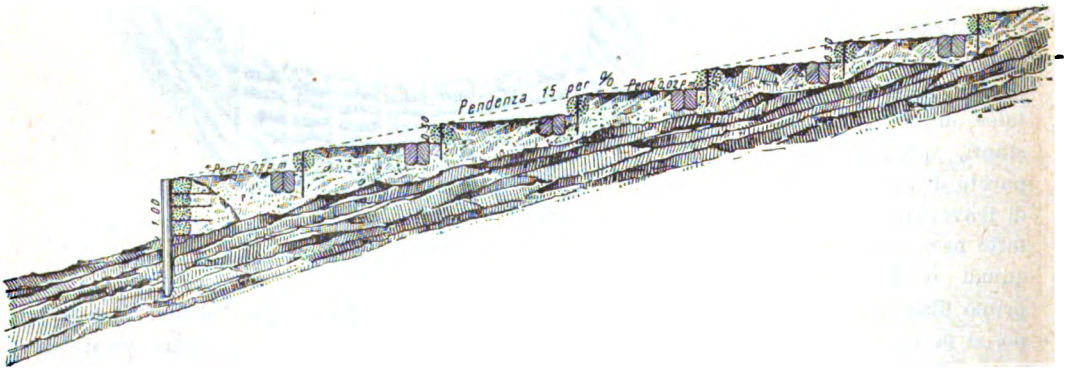
Questi lavori con fascine si eseguiscono sulle ramificazioni dei torrenti e su burroni anche di una certa importanza. In alcuni burroni o ramificazioni di torrenti, questi lavori si possono compiere anche in un paio di stagioni; potendosi, dopo aver fatto in primavera le fascinate di prim'ordine, fare nell'autunno quelle di second'ordine, poichè questa

Fig. 50.



Pianta.

Fig. 51.



Sezione secondo l'asse del torrente dopo la costruzione delle fascinate.

stagione è assai propizia per tali lavori. Ma accade di dover impiegare anche parecchi anni prima di poterli finire.

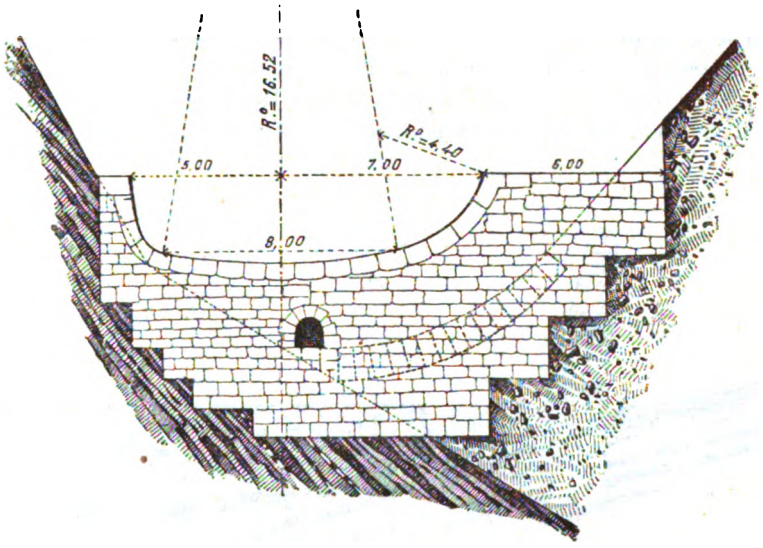
Un altro sistema, ancora più semplice e più economico dei precedenti, applicabile alle piccole depressioni del terreno, che a poco a poco si potrebbero trasformare in vallette o veri burroni, o tributari importanti dei torrenti, molto usato nelle Basse Alpi, e di un effetto comprovato, è quello di collocare delle fascine orizzontalmente, le quali si reggono a valle col mezzo di paloni aventi un diametro di circa una diecina di centimetri, e che si conficcano nel terreno. Tali briglie devono essere accompagnate immancabilmente dal

Digitized by Google

rimboschimento, e forniscono colla loro putrefazione, allorquando sono sepolte, un eccellente nutrimento alle piante vive. Senza il rimboschimento, mancherebbe però ben presto alle terre trattenute un sostegno, ed alle prime acque torrenziali sarebbero in massa trasportate.

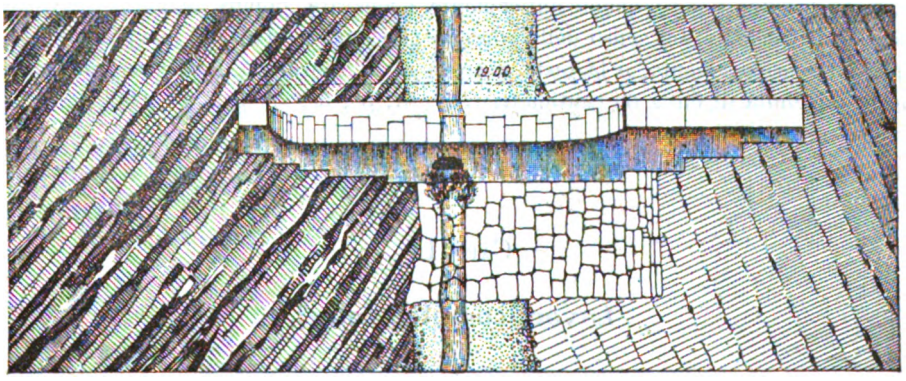
Un altro sistema di briglie identico al precedente, pure semplice ed assai economico, è quello di prendere dei fastelli di piante vive, come arbusti ed arboscelli, collocarli nella lavina e ricoprirne le radici di terra. Si fissano poi in determinati punti, conficcando nel mezzo di ciascun fastello un palone; e così le terre trattenute facilitano lo sviluppo di

Fig. 52.



Alzato della traversa N. 8 sul torrente di Bourget, toltene le terre.

Fig. 53.



Pianta.

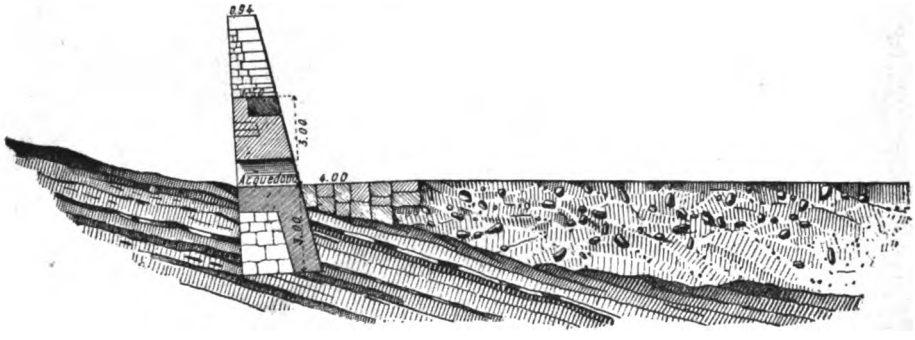
numerose radici. Sebbene in questo sistema e nei luoghi molto aridi la vegetazione possa riuscire fallace, tuttavia in parecchi casi può giovare assai, e non se ne deve trascurare il tentativo.

Digitized by Google

Citeremo infine un altro sistema, che ha una vasta applicazione nelle Basse Alpi, e che corrisponde al principio di combattere la formazione ed i danni dei torrenti con piccoli ma moltiplicati mezzi, operando come la natura stessa. Esso consiste nel distendere semplicemente dei rami, in modo che la parte più grossa sia rivolta in basso, e col tenerli saldi al terreno col mezzo di qualche piuolo. I diversi ramoscelli che si elevano dal suolo, e che restano rivolti naturalmente verso l'alto, hanno una speciale disposizione a rompere la velocità dei sassi che discendono ed a trattenere le terre. Formano così uno strato di terra minuta e ramaglia sul quale riesce facile la piantagione.

In tutti questi lavori può avvenire che le sponde dei torrenti o dei burroni siano facili a scoscendere od a corrodersi, o che una sola delle sponde si trovi in tali condizioni. Se una sponda è formata da una roccia dura, si costruisce la traversa non simmetrica, si rialza una delle spalle in confronto dell'altra, sicchè la massa delle acque si porti dalla parte della sponda più resistente, come nella traversa N. 8 del torrente di Bourget (*Fig.* 52, 53, 54). L'allargamento di sezione, e quindi l'alzamento della traversa, è ordinariamente il mezzo di difesa delle sponde; ma talvolta è d'uopo ricorrere ad opere spe-

Fig. 54.



Sezione secondo l'asse del torrente.

ciali, quali possono essere quelle anticamente adoperate, oppure anche a costruzioni di graticci e di fascinate nel senso della corrente; le quali costruzioni hanno in questo caso sempre un solo paramento, e la testa si trova al di sopra del graticcio trasversale da ambe le estremità di circa 60 centimetri (*Fig.* 57, 58, 59, 60, pag. 89, 90).

Capo IX.

Lavori complementari.

Non basta che il letto d'un torrente e le sue ramificazioni siano rettificate, e che il profilo abbia assunto quella forma che ci siamo proposti di dargli; essendo spesso percorso da acque provenienti dalle parti superiori del bacino, le quali, affluendo in masse forti, possono corrodere il terreno, ed a poco a poco creare dei nuovi solchi che si convertono in veri burroni, oppure causare movimenti di grandi masse di terreno. In questo

Digitized by Google

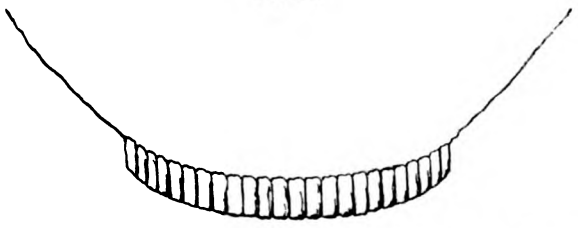
caso bisogna togliere l'instabilità del terreno, perchè esso possa essere rimboschito, e definitivamente fissato.

I lavori da farsi a tale effetto consisteranno, in primo luogo, nel rimuovere dal letto del torrente quei massi che potrebbero in seguito essere trasportati in basso, e distruggere una parte delle opere, oppure deviare le acque spingendole verso le sponde, e danneggiarle. Questi massi si possono adoperare per la costruzione delle murature e delle platee delle traverse.

In secondo luogo, s'incontrano spesso terreni permeabili, che riposando sopra un altro roccioso ed impermeabile e con una forte inclinazione, sono facilmente messi in movimento per l'azione delle acque prodotte o dal liquefarsi delle nevi o da sorgenti: ed in tal caso è indispensabile ricorrere alla fognatura, per dar loro uno scolo facile e regolare. Siffatto metodo è applicato in grande e molto opportunamente in diversi torrenti delle Basse Alpi, come fra poco vedremo. Esso consiste nell'aprire dei fossetti d'una profondità variabile secondo le circostanze, e che concorrono col mezzo di un canale principale nel letto di un torrente o di un burrone; il fondo si cuopre di grosse lastre, posate di piatto od a coltello; di sopra si dispongono i ciottoli più grossi, quindi altri più minuti; poscia si pongono pietre della grossezza della ghiaia, e infine terra (*Fig.* 75, 76, pag. 103).

Qualche volta, e quando le acque sono superficiali, è molto efficace la semplice costruzione di un accoltellato di pietre, le cui dimensioni dipendono dall'importanza delle acque che possono scendere dal burrone o dalla lavina. Il profilo trasversale di questo canale è ordinariamente un arco di cerchio (*Fig.* 55), avente nel mezzo una profondità da 0,30 a 0,40 ed una larghezza che può arrivare anche ad un paio di metri. I materiali che si adoperano in questa costruzione sono i più grossi possibili ed i più lunghi; la quale ultima condizione è essenziale per la solidità.

Fig. 55.



La costruzione di questi accoltellati e di queste fognature s'incomincia dalla parte inferiore del burrone, procurando loro una base molto solida, consistente per solito nella roccia stessa oppure nei depositi formati dalle traverse in muratura. Un tale sistema è stato proposto soltanto come sufficiente a contrastare da per sè ai torrenti, quando portano acque chiare; ma non sarebbe certamente ammissibile per quelli che trasportano materiali in quantità, perchè non li arresterebbe, com'è appunto lo scopo dei lavori di correzione. Tuttavia contro scoscendimenti di terreno, dovuti ad infiltrazioni di acque, ha una incontestabile efficacia.

Digitized by Google

Parte Terza.

DESCRIZIONE SPECIALE DEL DIPARTIMENTO DELLE BASSE ALPI
E DI ALCUNI PERIMETRI DELLE ALTE ALPI.

Capo X.

Descrizione sommaria delle Basse Alpi, rispetto alle loro condizioni geognostiche ed alla formazione dei torrenti.

Nella seconda parte di questa Relazione abbiamo tracciati i principii sui quali si fondano le costruzioni e i diversi lavori di correzione e di rimboschimenti dei terreni torrenziali, perchè ci erano indispensabili a comprendere il modo di esecuzione delle diverse opere, la loro importanza, le difficoltà che si dovettero superare a fine di assicurare certi terreni in continuo movimento per l'azione corrosiva delle acque. Per compiere ora quelle nozioni, e prima di descrivere l'effetto dei lavori eseguiti dall'amministrazione forestale francese nei singoli perimetri della regione visitata, ci è necessario ancora far conoscere le tristi condizioni in cui si trovavano quei terreni.

Il dipartimento delle Basse Alpi deve questo nome alle numerose montagne che fanno parte delle Alpi. Quantunque abbia questo appellativo, i suoi monti hanno molte creste che superano i 2000, e talune anche i 2500, e qualcuna arriva persino ai 3000 metri. Esso si trova nella regione sud-est della Francia, sulla frontiera del Piemonte. Il dipartimento delle Alpi Marittime lo separa dal Mediterraneo; al sud si trova quello del Var e delle Bocche del Rodano, all'ovest quello di Vaucluse e della Drôme, al nord-ovest ed al nord il dipartimento delle Alte Alpi. Esso ha un'estensione di 695,418 ettari, e non solo è uno dei più montuosi della Francia, ma le montagne, come quelle delle Alte Alpi, sono le più frastagliate e le più ruinate. Le più alte vette si trovano nell'angolo nord-est nei dintorni di Barcelonnette: a mano a mano che si va verso il sud e il sud-ovest, i monti si fanno più bassi; e là dove la Durance ed il Verdon abbandonano le Basse Alpi, diventano vere colline.

Procedendo dal nord-est al sud ed al sud-est, variano le altezze delle montagne, e con esse cambia anche il loro aspetto e la loro costituzione geognostica. A nord-est troviamo le catene di calcari, di grès o di scisti, che spesso sono coperte da nevi perpetue ed anche da qualche ghiacciaio. Quantunque non siano coperte da boschi, tutto accenna che un giorno vi dovevano essere delle fiorenti foreste, nè mancano qua e là degli alberi che lo accertano.

Digitized by Google

Al sud ed al sud-ovest non vi sono più nè ghiacciai nè nevi perpetue; le foreste sono molto rare, e manca pure la terra vegetale molto profonda. È questa una delle regioni più devastate dai torrenti a cagione delle pendenze scoscese di quei monti, della natura di quei terreni e della distruzione del bosco. Tolto con quest'ultimo il legame che tratteneva le terre superficiali, esse sono scivolate in basso e le montagne hanno perduto quasi totalmente la parte su cui si poteva nutrire una nuova vegetazione; la roccia è rimasta a nudo, ed esposta alle vicende meteoriche che ogni giorno la corrodono, la fendono, la rendon friabile; e le acque trovano un continuo materiale sminuzzato da trasportare nelle valli e da deporre qua e là, ora deviando una riviera, ora coprendo e rendendo sterili fertili campagne. L'effetto immediato della scomparsa delle foreste è stato quello della scomparsa delle sorgenti: ed anche i moltissimi torrenti, che solcano sovente questo territorio, portano pochissima acqua o non ne portano affatto, salvo nel tempo in cui si liquefanno le nevi e durante le pioggie. Ad ogni pioggia torrenziale (e là sono assai frequenti), molti torrenti, caricandosi di quelle terre nere, sembrano veri torrenti di fango; ed ogni volta strappano qualche nuovo lembo di terra, che non sia trattenuto dal bosco. Questo incantevole paese che è uno dei più deliziosi soggiorni estivi, per l'aria fresca, per le amene passeggiate, per i quadri pittoreschi abbondanti, fra i quali non mancano i così detti Orridi, lasciato in abbandono, finirebbe col ridursi in un vero deserto quasi inabitabile. L'alpinista ed il pittore, oltre ai luoghi graziosi, vi trovano delle curiosità naturali, dei picchi elevati, dei vasti panorami, delle pasture occupanti interi monti, delle rocce incantevoli per le loro forme bizzarre, delle gole profonde, delle belle cascate d'acqua, delle grandi sorgenti, laghi, grotte, abissi, ec. Peccato che quel paese non sia maggiormente frequentato dai cultori delle bellezze naturali, poichè nulla invero gli manca. Questa regione così deliziosa è attualmente, rispetto all'estensione del territorio, la meno popolata della Francia. L'attività colla quale si provvede oggidì alla correzione di quei torrenti ed al rimboschimento, per modo che i danni delle pioggie torrenziali sono alquanto scemati, fa prevedere non lontano il giorno in cui quella regione, se non riprenderà totalmente la sua primitiva fertilità, avrà certamente mutate in meglio le proprie condizioni. E già sentono quelle popolazioni un beneficio pei lavori che vi si eseguiscono, non solo per le somme consumate nel luogo, ma pel terreno che ogni anno si conquista alla vegetazione, per la protezione delle terre sottostanti, e delle comunicazioni che erano spesse volte e per molto tempo interrotte.

Le riviere torrenziali ed i torrenti principali delle Basse Alpi sono la Durance e l'Ubaye. La prima è una delle più considerabili, con un bacino di 1,340,000 ettari, ed un percorso di 380 chilometri, con una portata in magra da 30 a 40 metri cubi per secondo. Essa ha le sue origini sul monte Janus, a circa 2500 metri d'altezza. Fino a Briançon scorre in una vallata stretta, con pendenze fortissime; ma fortunatamente percorre rocce costituite da calcari compatti. A Briançon la vallata si allarga, e continuano i medesimi terreni fino a Saint-Crepin. Poscia si trova fiancheggiata da montagne, con banchi estesissimi di marne nere, facili ad essere corrose, d'una grandissima instabilità e quanto mai dannose e terribili rispetto ai torrenti: donde appunto il nome di terra classica dei torrenti al territorio d'Embrun.

L'Ubaye ha le sue origini sul colle di Longet, sulla grande cresta delle Alpi, all'ovest e ad alcuni chilometri dal Monte Viso. Essa ha un percorso di circa 80 chilometri, ed una portata di 7 metri cubi in magra: e principali affluenti sono l'Ubayette, o piccolo Ubaye, formato dai torrenti Lauzannier, Oronaye, Parpaillon, Versan e Bachelard; la Blanche affluente di sinistra, e che nel corso inferiore prende il nome di Rabious, e la Jasse pure affluente di sinistra; il Buech, il Jabron, il Vançon, l'Asse, il Largue. Vi ha poi un'altra

Digitized by Google

grande quantità di più piccoli torrenti, affluenti di questi principali, su molti dei quali sono stati concentrati i lavori di restauramento delle montagne, di cui in appresso si terrà parola. Per 40 chilometri circa la vallata è molto stretta; e le altre montagne che la rinchiudono, sono costituite da rocce metamorfiche, da serpentini, da calcari compatti e da *flish*. Queste rocce sono in generale pure, ed i pochi torrenti che si incontrano in questa regione hanno le loro origini nei depositi di ghiacciai che cuoprono in molti punti questi terreni. All'altezza del villaggio di Jausiers la vallata si allarga repentinamente, e succedono le marne nere che si elevano all'altezza fino di 2400 metri, interrotte solo da qualche banco di calcari di un piccolo spessore. Nel tratto da Jausiers a Revel, di soli 25 chilometri, si trovano riuniti i più grandi torrenti; i quali, oltre alle condizioni geognostiche favorevoli, trovano altresì in molti punti dei depositi di ghiacciai che le aggravano. A partire di qui fino al suo confluente colla Durance, l'Ubaye scorre fra monti formati unicamente da marne nere, coperte su molti punti da depositi di ghiacciai; per la qual cosa a dritta ed a sinistra i versanti sono solcati da una grande quantità di torrenti più o meno grandi e da continue minacce di scoscendimenti.

Come si rileva da quanto precede, la così grande frequenza di torrenti ed il loro pericolo sono strettamente collegati alla configurazione dei terreni e alla loro costituzione geognostica. Quanto più grande è la facilità di quei terreni ad essere corrosi, e tanto più numerosi e gagliardi sono i torrenti.

Per far comprendere compiutamente le condizioni delle Basse Alpi rispetto alla formazione dei torrenti ed ai mezzi che si possono adoperare per rendere più lievi i loro danni, bisognerebbe entrare in parecchi e minuti particolari che non ci sono consentiti dai limiti di questa succinta Relazione. La memoria di Schlumberger e Bénardeau, la quale accompagnava la carta geologica dei terreni dell'Alta-Durance e dell'Ubaye al tempo dell'Esposizione universale di Parigi, fa un'analisi assai particolareggiata delle condizioni geognostiche di quel paese; e da quella memoria noi riassumiamo a grandi tratti ciò che si riferisce alle distribuzioni parziali delle diverse specie di rocce, con quelle osservazioni che la visita sopra il luogo ci ha suggerite sopra fatti degni di attenzione speciale.

Le rocce che costituiscono la massa principale del bacino della Durance e dell'Ubaye possono essere divise in tre grandi classi, e cioè: 1° i calcari ed i grès scistosi; 2° i calcari compatti; 3° le marne nere. Sopra superficie di minore importanza si trovano delle quarziti, degli scisti metamorfici e dei serpentini.

Questi terreni antichi sono inoltre, in molti punti, ricoperti da depositi di origini più recenti, e formati alcuni da morene di antichi ghiacciai, altri dai coni di deiezione dei torrenti e dalle alluvioni delle riviere e degli antichi laghi.

Calcari e grès scistosi. — Questo terreno che fa parte del gruppo terziario, appartiene al periodo eocenico, ed è conosciuto sotto il nome di *flish*. I fossili però vi sono rari, ad eccezione di alcune impronte di fucoidi e di alcune tracce di mirianiti, che sono abbondanti in alcuni banchi. In alcuni luoghi questi terreni giungono ad uno spessore enorme, che sorpassa anche i 1600 metri. In generale, essi sono poco dislocati, e le stratificazioni apparenti sono press'a poco orizzontali.

Considerati mineralogicamente, questi terreni sono formati per lo più da scisti ardesiaci di un colore grigiastro; si alternano qualche volta con strati di grès duri a grana fine; e sono attraversati da alcuni banchi più o meno marnosi, e colorati ora in rosso, ora in nero, ora in bruno, ora in verde.

Sopr'alcuni punti, e specialmente nella parte sud del circondario di Embrun, questo terreno è costituito quasi totalmente da grès che non si sfaldano più in laminette sottili.

Digitized by Google

La parte superiore dei bacini della maggior parte dei torrenti è formata da terreni di questa natura. Le montagne hanno pendenze regolari ma fortissime; e le creste sono assai acute. Durante le pioggie e il liquefarsi delle nevi, l'acqua si smaltisce con una rapidità straordinaria: onde il rimboschimento vi si è manifestato come il mezzo più efficace, anzi unico e necessario, per ricostituire quei terreni.

Dove la pendenza è meno ripida, si trova quasi sempre uno strato di terra vegetale, proveniente sia dalle valanghe di neve assai frequenti, sia da antichi ghiacciai; ed ivi la vegetazione è capace di un bello sviluppo. Ma una volta che il terreno è scoperto, gli scoscendimenti vi sono facilissimi; specialmente quando manca al piede un appoggio, e l'acqua può penetrare fra esso e la roccia, che è quasi liscia. I terreni poi trovano in questi punti una quantità enorme di materiali che alimentano i loro trasporti.

Calcari compatti. — Questi comprendono una serie di rocce calcari appartenenti a diversi periodi geologici; ma considerati mineralogicamente, offrono molte proprietà comuni. In alcuni punti essi formano la base dei terreni terziari, e si presentano sotto aspetti molto diversi: ora sono quasi bianchi, saccaroidi; ora hanno un colore grigiastro o nerastro. Le cime di queste montagne hanno generalmente dei piani fortemente ondulati, separati fra loro da alcune punte; i versanti sono piuttosto scoscesi ed interrotti qua e là da pendenze più dolci.

I bacini che sono formati da rocce di questa natura, non hanno torrenti molto temibili; perchè gli altipiani sono in generale coperti da boschi o da una vegetazione erbacea. Spesse volte al di sotto delle pendenze scoscese si trovano grandi frane, d'un rilevante spessore, formate da pietre di tutte le dimensioni. Questi ammassi, che si chiamano sulle Alpi francesi *casses* o *clappes*, sono ricoperti, in relazione alla loro permeabilità, da un piccolo strato di terra vegetale, e formano uno dei migliori terreni forestali delle Alpi. Appena però avvenuto il diboscamento, la terra vegetale ed il terriccio s'infiltrano tra gli infiniti vani delle pietre, ed è molto difficile il ripopolare questi terreni; e però il conservare il bosco ha speciale importanza non solo pel governo delle acque, ma per le immense difficoltà di ripristinarlo.

Abbiamo osservato nella nostra escursione, di questi enormi ammassi d'una grande estensione, da far credere impossibile il rimboschimento, e tuttavia ripopolati col mezzo del piantamento di pini, e con un soprassuolo completo, come nel perimetro di Seyne.

Marne nere. — Esse sono molto comuni nei dipartimenti delle Alte e Basse Alpi; e considerate geologicamente, appartengono ad epoche diverse. In alcuni punti vi si trovano anche dei fossili, e specialmente delle belemniti e delle ammoniti; in altri poi mancano affatto. Considerati mineralogicamente, questi terreni sono formati da marne di color nero, qualche volta grigiastre, quando sono state molto tempo esposte all'aria. Il più delle volte sono schistose e di natura assai omogenea, attraversate da qualche vena di carbonato di calce. Dopo la pioggia si trova sovente alla loro superficie una efflorescenza, che sembra un miscuglio di solfato di magnesia e di cloruro di magnesia; e le acque che escono da queste rocce sono assai purgative. S'incontrano qualche volta anche delle efflorescenze di gesso.

Nelle parti superiori le terre nere sono talvolta più dure e meno schistose, contenenti qua e là dei massi di grès duro a grana assai fine. Quando costituiscono la vetta di una montagna (il che però è raro), le cime sono arrotondate, e nei versanti esse formano spesso una serie di piani, risultanti da scoscendimenti successivi, molto facili ad avvenire in questi terreni.

Digitized by Google

I torrenti in questi luoghi sono molto terribili, come quelli che, scavando e scalzando il piede delle sponde, producono scoscendimenti enormi.

Il rimboschimento di queste scarpe scoscese non può avvenire, se non dopo aver impedito lo scoscendimento per mezzo degli interrimenti ottenuti mediante la costruzione delle traverse. Noi abbiamo veduto che dove si è ricorso al semplice rimboschimento, come in qualche punto del perimetro di Sainte-Marthe ed altrove, tutto scoscendeva in massa, non avendo il terreno appoggio alcuno. Questi terreni si decompongono facilmente all'aria: onde la loro superficie è sempre terrosa, ed alla più piccola pioggia la terra viene trasportata e rimane la roccia nuda, che novamente si decompone. Si comprende facilmente come i torrenti in questi terreni si debbano per modo caricare di tali terre nere da far diventare nelle pioggie le acque fangose, e dar quindi luogo a quelle note lave che costituiscono il carattere dei torrenti di queste regioni.

Sugli altipiani e nei punti non molto scoscesi, ove l'azione delle acque non è troppo potente, queste terre prendono un aspetto grigio giallastro, in conseguenza del contatto prolungato dell'aria, e si trovano allora coperte di vegetazione. Il rimboschimento di tali terre è molto difficile, ma altrettanto necessario; e la possibilità di eseguirlo si riscontra già nei pochi alberi e fustaie antiche, che hanno potuto scampare dall'avidità del pastore di estendere i pascoli. Le traverse, le graticciate, le fascinate sono indispensabili per trattenerle, ma devono essere risguardate soltanto come mezzo provvisorio, finchè la vegetazione, unico modo efficace per trattenerle perpetuamente, non abbia investita tutta l'estensione dei bacini costituiti dalle terre medesime.

Depositi di ghiacciai. — Mentre gli scisti metamorfici, le quarziti, i serpentini, per la loro piccola estensione, sono di poca importanza nello studio dei torrenti di questa regione; meritano qualche parola i depositi dei ghiacciai, che sono formati da terre grigie o gialle, mescolate a pietre di ogni natura e di ogni dimensione e forma. Essi si elevano qualche volta ad altezze considerabili al di sopra del fondo della vallata della Durance; e sembra che abbiano costituito le morene laterali di immensi ghiacciai, i quali abbiano incontrato pochissime rocce dure; onde si comprende come non si trovino che pochissimi massi striati.

I terreni costituiti da queste morene sono facilmente corrosi dalle acque; e però si riscontrano dei letti molto profondi e stretti, e delle scarpe scoscese. Non vanno soggetti a scóscendimenti, e vi s'incontrano spesso delle specie di obelischi sormontati da una pietra, che in quella regione si chiamano *dames, nonnes* o *demoiselles,* e che durante la nostra escursione abbiamo assai frequentemente osservato. Il bosco prospera benissimo su questi terreni; ed è indispensabile l'impiantarlo e il conservarlo, per impedire che i torrenti si carichino di quegli enormi blocchi, i quali distruggono la maggior parte delle costruzioni che incontrano.

Coni di deiezione. Alluvioni moderne. — Menzioneremo infine i coni di deiezione dei torrenti e le alluvioni dei corsi d'acqua, che occupano nel fondo delle vallate una grande superficie. Essendo questi coni e queste alluvioni formate da una mescolanza di terre e pietre di ogni dimensione, hanno essi molta analogia colle morene dei ghiacciai; ma si distinguono facilmente da queste, perchè le pietre sono più arrotondate, giammai striate, e non provengono che dalle rocce del bacino.

La grande estensione di siffatti coni mostra la potenza di quei torrenti e quanto debbano essere stati terribili; certamente molti di questi depositi risalgono ad epoche preistoriche, quando la natura non aveva ancora imboschiti quei terreni. Considerando però quello che è accaduto in tempi più recenti, tutto concorre a dimostrare che quei torrenti

Digitized by Google

hanno attraversato un gran periodo di calma, e si sono riattivati in conseguenza del diboscamento; perchè quelle popolazioni non avrebbero scelto per costruire le loro case luoghi e punti così continuamente minacciati, e la tradizione stessa dice che quei torrenti un tempo scorrevano incassati nei respettivi coni, in mezzo alle colture, portando acque chiare. I danni continui ed i pericoli ai quali rimangono esposte le colture e le abitazioni, e che si farebbero sempre più grandi, hanno imposto per necessità lavori di correzione e di rimboschimento.

Lo Schlumberger e il Bénardeau calcolano l'estensione di queste diverse rocce, approssimativamente, come segue:

Calcari scistosi (*flish*)	Ettari 54,000
» compatti	87,000
Marne nere	45,000
Terreni provenienti da ghiacciai	11,000
Quarziti	5,000
Scisti metamorfici	8,000
Alluvioni di riviere	7,000
Alluvioni moderne, gessi e terreni diversi.	3,000

Capo XI.

Osservazioni preliminari, e dei diversi perimetri visitati in particolare.

Nessuna regione è tanto importante quanto quella delle Basse Alpi, rispetto alla formazione dei torrenti, ai danni che essi cagionano, ai lavori ivi eseguiti, sia di correzione sia di rimboschimenti: importante sopra tutto per le difficoltà superate e per gli effetti conseguiti, che sono un vero prodigio dell'arte forestale. I lavori infatti hanno dovuto svolgersi sopra terreni spogli affatto da ogni vegetazione, aridi, senza alcuna coesione, senza punti d'appoggio, anzi tutti disposti a scoscendere ora in grandi masse unite, ora in blocchi enormi, ora trasportati dalle acque sotto forma di lave di colori diversi. Se triste si presenta l'aspetto di quelle montagne, interrotte da solchi enormi di centinaia di metri di profondità, superano l'immaginazione i disastri delle piene improvvise e frequenti dei torrenti di quella regione; e si giustificano le inquietudini di certe popolazioni continuamente minacciate da nuova sciagura. L'amministrazione forestale francese ha naturalmente incominciato i suoi lavori di correzione dei torrenti ed i rimboschimenti in queste regioni delle Alte e Basse Alpi, a favore delle quali si erano adoperati diversi illustri patriotti in varie occasioni e specialmente in quelle delle inondazioni più disastrose.

Quantunque per mutare l'aspetto di una regione con lavori di siffatta natura occorrano moltissimi anni; tuttavia nel lasso relativamente breve di tempo dacchè furono incominciati, si possono notare già foreste giovani complete, là dove non era ombra di vegetazione; corsi d'acqua quasi limpida, là dove scorrevano lave; strade in ogni tempo sicure, là dove non erano che vie guaste ed interrotte ad ogni piccola piena. Sono pure notabili certi terreni mobilissimi, ingrati, con pendenze scoscese, che alimentavano di materie di trasporto i torrenti, e che ora sono completamente saldi; e taluni altri aridissimi, quasi scogli, completamente occupati dalla vegetazione nelle più piccole depressioni, là dove appunto si può trattenere un po' di umidità e dove le terre provenienti dalle punte acute, che a poco a poco la natura o l'arte smussano ed arrotondano, somministrano ai luoghi

Digitized by Google

più depressi un punto d'appoggio alla vegetazione medesima. Ciò si rileverà anche dalle descrizioni parziali di alcuni fra i diversi perimetri e torrenti da noi visitati nell'ordine seguente: Torrente di Gaudissart (comune di Barcelonnette); torrente di Bourget (comune di Faucon); torrente di Sanières (comune di Jausiers); di Riou-Chanal (comune d'Uvernet); Riou-Bourdoux (comune di Saint-Pons); de la Bérarde (comune di Thuiles); di Sainte-Marthe (comune d'Embrun); di Vachères (comune di Saint-Sauveur e di Baratier); dei versanti del Travers-de-la-Colle (comune di Seyne); di Aucher (comune di Vernet); di Labouret (comune di Beaujeu). L'ordine di queste escursioni è stato tale, da seguire i lavori incominciando dalle più semplici fascinate e dai primi piantamenti, e procedendo gradatamente ai lavori più importanti e grandiosi, ai rimboschimenti più completi e ai risultati finali più appariscenti. Tali escursioni ebbero a complemento le visite agli uffici di rimboschimenti, ove tutto era preparato in guisa da rendere quanto più fosse possibile proficuo il nostro studio.

I perimetri situati fra Barcelonnette e Digne ci offrono un materiale immenso e prezioso di studi rispetto alla silvicultura, ed un concorso felice di circostanze ci diede l'occasione di avere in tali studi per guida la maggior parte delle persone sotto la direzione delle quali furono eseguiti i lavori, e potemmo udire così la parola stessa di valenti collaboratori e dello stesso illustre maestro dei rimboschimenti, signor Demontzey.

Capo XII.

Perimetro di Faucon.[1]

Questo perimetro, situato in gran parte nel Comune di Faucon, circondario di Barcelonnette, è formato dai bacini dei torrenti di Faucon e di Bourget e dai burroni Buriane e la Marquise, che si trovano sulla vasta catena che separa la vallata dell'Ubaye da quella della Durance; le loro acque si scaricano nell'Ubaye. Le rocce che costituiscono questi monti hanno un'altezza di 2800 metri, e talune giungono anche a 3000. I declivi hanno pendenze molto scoscese, e che variano dal 60 al 90 per cento; ed il fondo della vallata si trova a circa 1200 metri d'altezza.

Un giogo press'a poco perpendicolare alla catena principale ed al corso dell'Ubaye, si stacca con pendenze straordinariamente grandi, formando da una parte il bacino del torrente di Faucon, dall'altra quello del torrente di Bourget, che scendono secondo linee di massima pendenza, per un tratto che non arriva a cinque chilometri. I punti più elevati di questi bacini sono per l'uno a 2984 metri e per l'altro a 2937; mentre le imboccature nell'Ubaye sono pel primo a 1165, e pel secondo a 1174 metri.

La superficie di questi due bacini, ripidissima specialmente nella parte superiore, è di oltre 800 ettari, ed era affatto nuda sul principio dei lavori. I terreni che costituiscono questa montagna sono scisti terziari appartenenti all'epoca eocenica; ma verso il fondo della valle questi scisti sono argilloso-calcari, duri, compatti, e geologicamente non sono stati ancora ben determinati.

Questi due torrenti, e per le enormi pendenze, e per la loro esposizione interamente a sud, e per la natura dei terreni che percorrono, si trovano nelle più sfavorevoli condizioni. I coni delle loro deiezioni sono, per un tratto di tre chilometri circa, attraversati

---

[1] Le notizie che si riferiscono a questo perimetro sono tolte in gran parte dalla Nota *H* della classica opera sui rimboschimenti di P. Demontzey: *Traité pratique du reboisement et du gazonnement des montagnes;* deuxième édit., 1882, Paris.

Digitized by Google

dalla strada nazionale N° 100 che da Montpellier va a Cuneo, la quale era continuamente minacciata e spesso seppellita sotto i materiali trasportati tanto da questi torrenti quanto dai loro affluenti, e interrotte quindi anche le comunicazioni.

Il torrente di Bourget appartiene a quelli del secondo genere secondo la classificazione del Surell, e si possono distinguere nel suo profilo longitudinale tre sezioni ben distinte. La prima, più bassa, rappresentata dal profilo del cono, è un po' concava verso il cielo, e con piccole pendenze che variano dal 7 all'11 per cento; ha una lunghezza di circa 1220 metri, ed il vertice del cono si trova ad un'altezza di metri 1282,75, cioè metri 115,20 al di sopra del fondo della valle, la cui pendenza media è del 9 per cento circa. La seconda sezione è formata dal canale di scolo, ed ha una lunghezza di 1764 metri con pendenze più forti delle precedenti ed interrotte da qualche cascata. La differenza di livello degli estremi di questa porzione è di metri 475,14, il che dà una pendenza del 26 per cento circa; di qui provengono lave spesso formidabili, dovute agli scoscendimenti delle sponde. La terza sezione comprende la parte che forma il *thalweg* del bacino la cui superficie non oltrepassa 360 ettari; ha una lunghezza di 2150 metri con una differenza di livello di metri 1172,11, cioè una pendenza media del 54 per cento. Il fondo del letto e le sponde sono formate da quelle rocce che abbiamo detto chiamarsi *flish*, e sono interrotte da cascate molto frequenti. Qui il torrente è inoffensivo rispetto alle lave, e non trascina che pietre provenienti dalle rocce superiori, quando queste si disgregano e si decompongono sotto l'influenza delle azioni atmosferiche; ma qualche volta siffatto materiale ha dimensioni colossali.

I due principali affluenti del torrente di Bourget sono i burroni di Rata e di Chasse-Lièvre, che si scaricano tutti e due sulla riva destra; i quali essendo profondamente incassati nelle terre nere e nei terreni alluvionali hanno il carattere di veri torrenti, e le loro piene sono molto dannose. Il Rata è un esempio mirabile della rapidità immensa colla quale si forma un burrone. Vi sono ancora dei vecchi che si rammentano di averlo saltato a piè pari in taluni punti, ove presentemente le sponde hanno almeno 30 metri di altezza ed 80 di larghezza.

Il torrente di Bourget nella regione superiore riceve ancora gli scarichi di un gran numero di burroni di minore importanza. Alcuni attraversano le marne nere; i più scorrono sopra dei *flish*, cioè dei calcari e *grès* scistosi, e sono per conseguenza poco dannosi.

Il secondo gran torrente che s'incontra in questo perimetro è quello di Faucon. I terreni superiori posti fra 2984 e 1900 metri d'altezza sono formati da scisti ora denudati, ora coperti d'uno strato sottile di terra quasi senza vegetazione legnosa ed anche erbacea. I burroni che affluiscono in questo torrente sono poco profondi, e gli scoscendimenti molto rari. Il solo ostacolo che la vegetazione legnosa incontra consiste nelle valanghe di neve che regolarmente si producono ogni anno. Più in basso però il torrente diventa terribile, perchè passa in mezzo a terre marnose, nere, ed a terreni di trasporto senza consistenza, formati da materiali di tutte le grossezze. Le sponde nude, che su certi punti giungono a un'altezza di più di 80 metri, sono compiutamente spoglie e solcate da parecchi burroni secondari.

In tutti questi punti, ove la pendenza varia dal 20 al 40 per cento, il torrente a ciascuna burrasca scava il suo letto e produce immensi scoscendimenti che si ripercuotono a dritta ed a sinistra sopra una lunghezza di oltre un chilometro. È questa parte di torrente che somministra i materiali principali delle grandi lave. Segue quindi il cono, che è un vasto triangolo di circa 180 ettari di superficie, sul quale sono costruiti il villaggio di Faucon e le case di Chastelaret; 60 ettari sono a ghiaia, incolti; ed il resto forma la

Digitized by Google

parte migliore del territorio coltivabile del Comune, che tendeva continuamente a diminuire, distruggendone ciascuna burrasca sempre qualche particella.

Il torrente di Faucon riceve parecchi affluenti: fra questi, quello di Champerousse, che contribuisce in gran parte ad apportare materiali nella vallata; i burroni della Marquise e di Buriane, che rappresentano delle grandi rotture nelle terre nere compiutamente nude ed a pendenze molto forti; ed infine quelli di Ville-Vieille e di Pisse-Vin.

Il torrente di Faucon era una minaccia permanente pel villaggio omonimo che, edificato sul versante ovest del cono primitivo, non era difeso che da una diga affatto insufficiente. Quello di Bourget non era meno temibile per le case di questo stesso nome.

Le terre coltivate che cuoprono il fondo della valle rappresentano un valore di oltre un milione, ed erano minacciate dal continuo progresso di questo flagello, che a ciascuna burrasca trasportava od inghiottiva qualche particella di que' ricchi terreni. Nella regione media della montagna, le case di Saint-Flavy, di Bouzoulières, dei Granges e delle Maisonnettes erano sempre più minacciate; e le culture che le circondavano, trascinate nelle frane, diminuivano dopo ciascun grosso temporale.

Le materie, che così venivano trasportate verso l'Ubaye, tendevano a rialzare sempre più il suo letto, e a minacciare l'esistenza della città di Barcelonnette, che è posta molto più in basso delle dighe destinate a proteggerla.

Era quindi imperiosa necessità di formare un perimetro di utilità pubblica; poichè insieme con una corrosione sempre crescente dei bacini, concorrevano le condizioni più sfavorevoli di suolo, di clima, di pendenze e di esposizione.

L'amministrazione forestale studiò questo perimetro fin dal 1861, cioè fin dal principio dell'esecuzione della legge de' 28 luglio 1860; fu decretato nel marzo del 1863 su una superficie di 706 ettari, volendo eseguire il rimboschimento completo su tutti i punti nei quali poteva essere introdotta la vegetazione forestale. Questo disegno non incontrò un'opposizione molto viva nel cominciamento dell'istruzione; il Consiglio municipale non rifiutò la sua adesione, ma si contentò di affacciare dei dubbi sulla riuscita dell'impresa.

I primi due anni furono spesi nello stabilire i limiti di questo perimetro, nel fare delle seminagioni, nella costruzione di piccole traverse di pietra a secco, e nel rimboschimento di sette ettari nella parte bassa. Nel 1864 questi lavori si trovarono esposti a qualche pericolo, e la fede nella buona riuscita del rimboschimento fu un po' scossa in conseguenza di tentativi poco fortunati: questi bensì erano stati fatti in uno spazio di tempo troppo breve, sicchè potesse darsene un giudizio e in condizioni di poca opportunità, perchè in quel momento in cui tutto era nuovo, non si aveva alcun dato sperimentale e non vi era alcuna tradizione sulla quale posarsi con sicurezza. Si sarebbero voluti dei risultati pronti, immediati; e di fronte alle necessità del tempo e della vegetazione, che è sempre lenta, si perdeva troppo presto la pazienza, e si voleva troppo presto applicare anche la legge sull'inerbamento delle montagne, degli 8 giugno 1864.

In questi termini di cose, il perimetro di Faucon non poteva sfuggire ad una revisione. Un decreto del 19 ottobre 1864 prescriveva la sostituzione dell'inerbamento al rimboschimento su 68 ettari, dei 706 che conteneva il perimetro, secondo il decreto di dichiarazione di utilità pubblica. Qualche anno dopo, nel 1866, furono fatte ancora delle nuove proposte, tendenti ad aumentare di 584 ettari la zona da inerbare; il che avrebbe ridotto a 54 ettari la superficie da rimboschire. Se non che il Consiglio municipale di Faucon non accettò queste modificazioni, non già per simpatia al rimboschimento anteriormente decretato, ma per la speranza che da taluni s'insinuava di poter sottrarre questi terreni alla legge forestale ed annullare il decreto di utilità pubblica. In tal modo, e persistendo in un errore, quel

Digitized by Google

Consiglio municipale salvò 584 ettari dall'applicazione della legge sull'inerbamento, conservandoli invece al rimboschimento.

Nel 1866, l'amministrazione forestale si convinse che la cagione principale delle deiezioni del torrente di Bourget non era compresa nel perimetro, e studiò una proposta supplementare che fu decretata il 10 agosto 1868, sotto il titolo di perimetro di Bourget, comprendente 28 ettari, 26 are e 30 centiare, ancora tutti comunali.

In questi diversi periodi di tempo l'amministrazione forestale era ancora quasi nuova in tal genere di lavori, e s'era imposto il principio di non suscitare pretesti di malcontento; si astenne quindi dal partito preso di applicare la legge sui terreni privati delle rive dei torrenti, ed escluse pure altri terreni, quantunque comunali ed in condizioni minacciose.

Dopo dieci anni di lavori, di studi e di esperienze le cose si presentarono un po' diversamente: si apprese ciò che veramente conveniva fare; si afferrarono i veri metodi efficaci che conveniva adoperare; e cessò quel periodo di tentativi che gettava difficoltà e discredito su questi lavori. Fin dal 1872 si fece una nuova revisione di questo perimetro, la quale fu poi origine di un decreto di utilità pubblica approvato il 28 giugno 1874, col quale la sua superficie veniva portata ad 872 ettari, di cui 786 appartenevano ai comuni di Faucon e di Barcelonnette, ed 86 a diversi privati. Presentemente il perimetro di Faucon abbraccia 828e 30^{a} 65^{c}. Sul principio i lavori consistevano in piccole traverse ed inerbamenti, ed il rimboschimento, che si faceva con pino nero e pino silvestre, fu limitato ad una superficie di soli 10 ettari, perchè si attendevano le decisioni del Consiglio municipale. Quand'ecco il 17 luglio 1868, sopravvenne un violento uragano, che distrusse tutti i lavori di pietra a secco e tutte le briglie di legname, dimostrando da una parte l'insufficienza dell'inerbamento nella difesa dei terreni, e dall'altra che per assicurare l'estinzione dei torrenti bisogna prima tener salde le terre, impedire gli scoscendimenti, rallentare la velocità delle acque e suddividerle per poter combattere la loro azione. E qui veramente l'amministrazione forestale si è in particolar modo segnalata, col creare un sistema addirittura efficace, pensando prima ai lavori idraulici, poscia concentrando le sue forze nel rimboschimento ed in determinati bacini. Fu scelto il torrente di Bourget; e tale fu l'intensità dei lavori, che vi sono attualmente nel perimetro 569e 68^{a} 25^{c} perfettamente rimboschiti, sopra terreno reso saldo da 26 grandi traverse di muratura, 728 traverse rustiche, 968 metri di traverse di fascine, 5854 graticci di 1° e 2° ordine, 3567 metri di fognature, 43,087 metri di vie e viottoli di transito e di comunicazioni colle strade principali, 4232 metri di chiudende, case, barriere, ec.

In conseguenza di tutti questi lavori, il torrente di Bourget si può considerare come compiutamente corretto; e vedendo oggi scorrere le sue acque senza trasportare nè sassi nè terra, non si può quasi credere che una volta esso potesse essere così terribile, se non vi fosse la testimonianza del suo cono di deiezione. Le terre sottostanti al suo bacino si possono ora tenere come sicure, e saranno tali anche più quando la vegetazione sarà un po' più avanzata e vi avrà preso stabil possesso.

A). *Del torrente Bourget in particolare.*

L'intero bacino di questo torrente ha una superficie di circa 360 ettari, la sua parte superiore è formata da una zona di rocce di circa 80 ettari, la inferiore si trova ad un'altezza di 2500 metri. Vi fu seminato il pino cembro dovunque fu possibile aprire dei fori e trovarvi del terreno, importando in modo speciale di conservare e diffondere questa specie preziosa di pino; vi furono inoltre seminate delle piante erbacee.

Digitized by Google

Nella parte inferiore, che segue immediatamente alle rocce, ed in direzione perpendicolare alla massima pendenza, si tracciarono delle linee, e parallelamente a queste si coltivarono delle strisce lunghe sei metri e distanti l'una dall'altra tre metri, e poste in modo che quelle di una fila orizzontale si alternassero coi vuoti della fila inferiore (*Fig.* 86, pag. 118). Queste strisce sono scavate fino alla profondità di 40 centimetri ed hanno una lunghezza di 50 centimetri. Perchè poi avessero una certa stabilità, è stata cura costante di collocare le pietre provenienti dallo scavo, o che si trovavano all'intorno, sul ciglio inferiore delle strisce; rilevando così questa specie di fossette, e dando loro una pendenza contraria a quella del monte.

Laddove poi si presentavano dei burroni, delle depressioni di terreno ove potessero concentrarsi le acque e scorrere in massa, sono state costruite delle traverse rustiche, destinate a trattenere le materie nei diversi profili longitudinali, ed a diminuire la velocità delle acque.

Dopo circa dieci anni dall'approvazione della legge sui rimboschimenti delle montagne, la regione superiore di questo bacino si trovava già abbastanza ben difesa per le piantagioni e per gli altri lavori colà eseguiti: da quel tempo la regione inferiore, che, come si è detto, si compone tutta di marne nere, veniva coperta da fascinate robuste, da piantagioni di specie resinose e latifoglie, e da semente di piante erbacee. Nelle parti inferiori, all'altezza di 1600 metri circa, si fece uso del solo pino nero; a 1800 metri, questa pianta venne mescolata col pino uncinato (*P. montana,* Var. *uncinata*) nelle esposizioni a sud e ovest, coll'abete rosso e col larice nell'esposizione a est. A 2000 metri poi, e cioè alla base delle rocce superiori, fu seminato il larice puro.

Per difendere finalmente queste seminagioni dai calori estivi, dalla siccità, e dai ghiacci che sollevavano il terreno durante l'inverno, si ricorse pure a semente di piante erbacee sulle nominate strisce; inoltre si piantarono nelle parti superiori delle specie latifoglie, e specialmente dei citisi, dei sorbi da uccellatori, dei pruni di Briançon, che è una specie grandemente utile nei rimboschimenti in Francia, perchè cresce benissimo sulle pendenze ripide. La riuscita di tutte queste piante è eccellente; e siccome in alcuni punti venivano troppo fitte, così una parte fu trapiantata e adoperata, insieme con altre piante provenienti dai semenzai volanti, per riempire i vuoti che qua e là si presentavano.

Negli anni successivi furono fatte seminagioni a dimora di larici e di pezzi nelle parti meglio inerbate e col mezzo di piccoli fori, praticati col piccone di fuori dalle strisce di cui si è accennato. Le piantagioni poi di pino cembro furono risarcite con piante della medesima specie; e furono continuati i lavori di traverse rustiche nei burroni e nelle insenature o depressioni, ove potevansi raccogliere delle acque e produrre qualche danno.

Presentemente, quantunque non resti, per compiere queste opere, che attendere il tempo nel quale la vegetazione abbia del tutto investito il terreno; tuttavia si può tenere come compiuta l'estinzione di questo torrente, e solo rimane a tener dietro a quei piccoli ristauri delle opere murarie, ed a quei risarcimenti di piantagioni, che sono inevitabili quando si tratta di lavori che si estendono ad altezze di oltre 2500 metri, e dove molteplici circostanze concorrono ad aumentare le difficoltà.

Per rendere più facile il rimboschimento, e per mettere in relazione il numero e la grandezza dei lavori coll'economia, furono stabiliti dei semenzai volanti di piante resinose in diversi punti del bacino; furono aperte delle strade, e costruita una casa abbastanza grande da poter riparare ed alloggiare gli operai durante la stagione dei lavori.

Tale fu il modo col quale si estesero il rimboschimento e le altre opere nella regione superiore del bacino. Contemporaneamente nel 1870 si studiò il sistema di correzione da

Digitized by Google

adottare per la difesa della regione inferiore; si incominciò dal costruire una gran traversa di pietra a secco situata nel punto più alto della sezione da correggere, e destinata a trattenere i grandi massi che discendendo avrebbero potuto guastare le ulteriori opere da eseguirsi nei punti sottostanti. Intanto sui rilievi del terreno, nella pianta, sui profili e sul luogo stesso, si studiò e determinò il posto delle altre opere, mettendo in relazione l'effetto, che si voleva conseguire, colla spesa di cui si poteva disporre. Questi studi assorbirono, è vero, circa due anni, ma se ne ottenne di poter poi procedere con sicurezza e con tutta la desiderabile economia; talchè anche ad un esperto costruttore sembrerebbe impossibile, che sia stata spesa una somma così esigua in opere che sono quasi ciclopiche. L'indugio nell'attuazione di questi lavori, permise altresì di praticare il sistema degli incanti; mediante il quale i lavori stessi si eseguiscono con maggior prontezza e maggiore economia, ponendo per condizione imprescindibile la buona esecuzione, assicurata dalla vigilanza assidua di intelligenti ed attivi agenti forestali.

In quest'occasione fu costruita la prima traversa di muratura con calce idraulica, a cui si pose mano in ottime condizioni di sito e di eseguimento. È da notarsi che quasi tutte le opere murarie, nei torrenti delle Basse Alpi, sono imprese da Italiani, i quali perciò hanno fatto uno speciale esercizio ed acquistata una tale abilità, che nessuno può fare ad essi concorrenza nè per l'economia nè per bontà di lavoro.

Questa traversa, che porta il N. 2 e destinata a servire di base al sistema di estinzione del torrente di Bourget, fu fino al 1880 una delle opere più importanti fatte nelle Basse Alpi (*Fig.* 56-66). Essa ha le seguenti dimensioni:

Lunghezza sulla corona	Metri 30,00
Spessore della corona	2,80
Altezza al di sopra del letto	7,00
Altezza comprese le fondazioni	11,35
Paramento a monte rettilineo e verticale, quello a valle circolare con una scarpa del 20 %.	

La freccia della corona è di 2 metri, con una corda di 20 metri, ossia $^1/_{10}$; la freccia della curvatura a valle è metri 0,97.

Fu lasciata al livello del letto un'apertura di 1 metro di larghezza su 1,50 di altezza. Il paramento a valle è fatto di massi scalpellati, la corona è di pietra da taglio, tutta la muratura è a calce idraulica, nelle seguenti proporzioni:

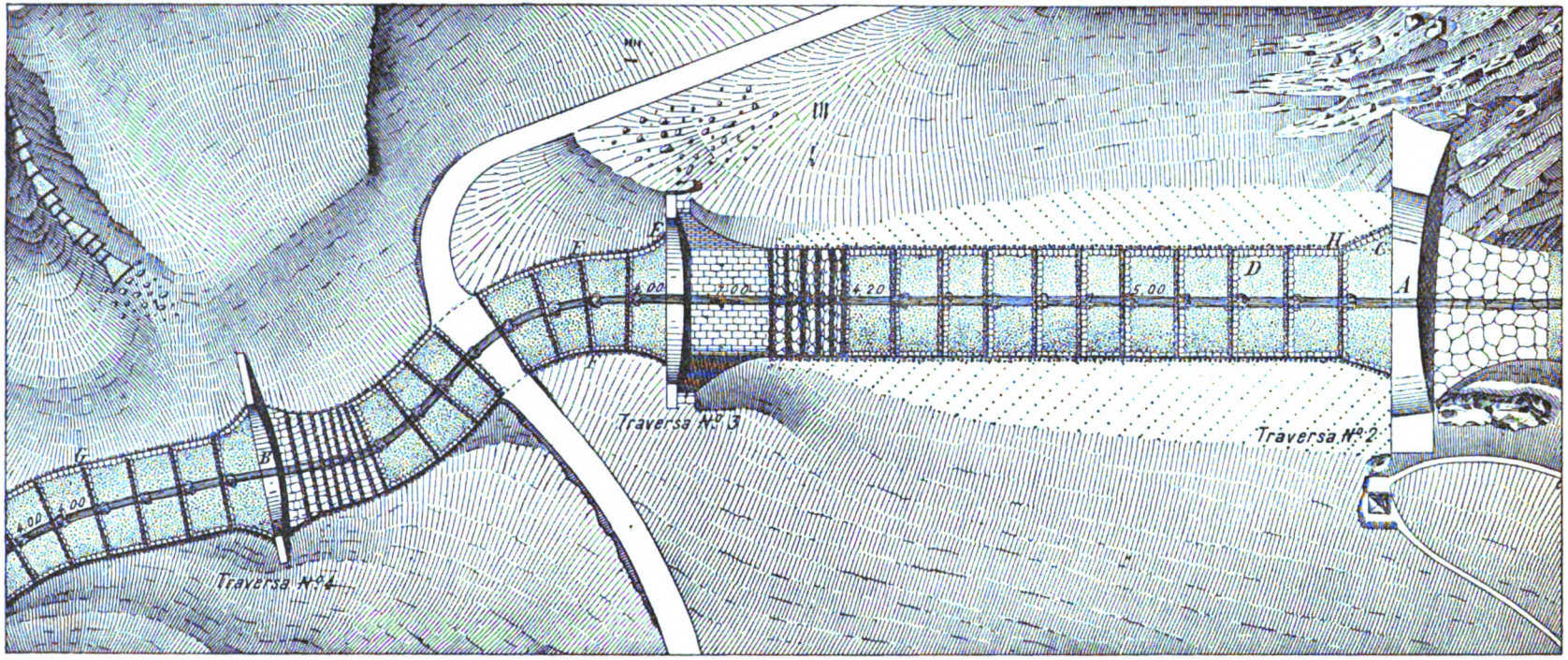
Muratura ordinaria	M.c.	548,71
» di massi scalpellati.		191,74
» di pietra da taglio		43,86
Volume totale	M.c.	784,31

Il lavoro costò lire 13,697,28 per parte dell'impresa; lire 1793,27 per lavori eseguiti dall'amministrazione: in tutto, lire 15,490,55.

Nelle successive costruzioni di traverse furono fatte alcune importanti modificazioni, tendenti a ottenere una maggiore economia. Così si mutò il paramento a monte di rettilineo in circolare, dando in questo modo alla traversa la forma anulare, e risparmiando alle spalle una massa considerevole di muratura; inoltre s'introdusse il sistema misto di muratura a cui si è precedentemente accennato (*Fig.* 30, 31, 32, pag. 60, 61).

Digitized by Google

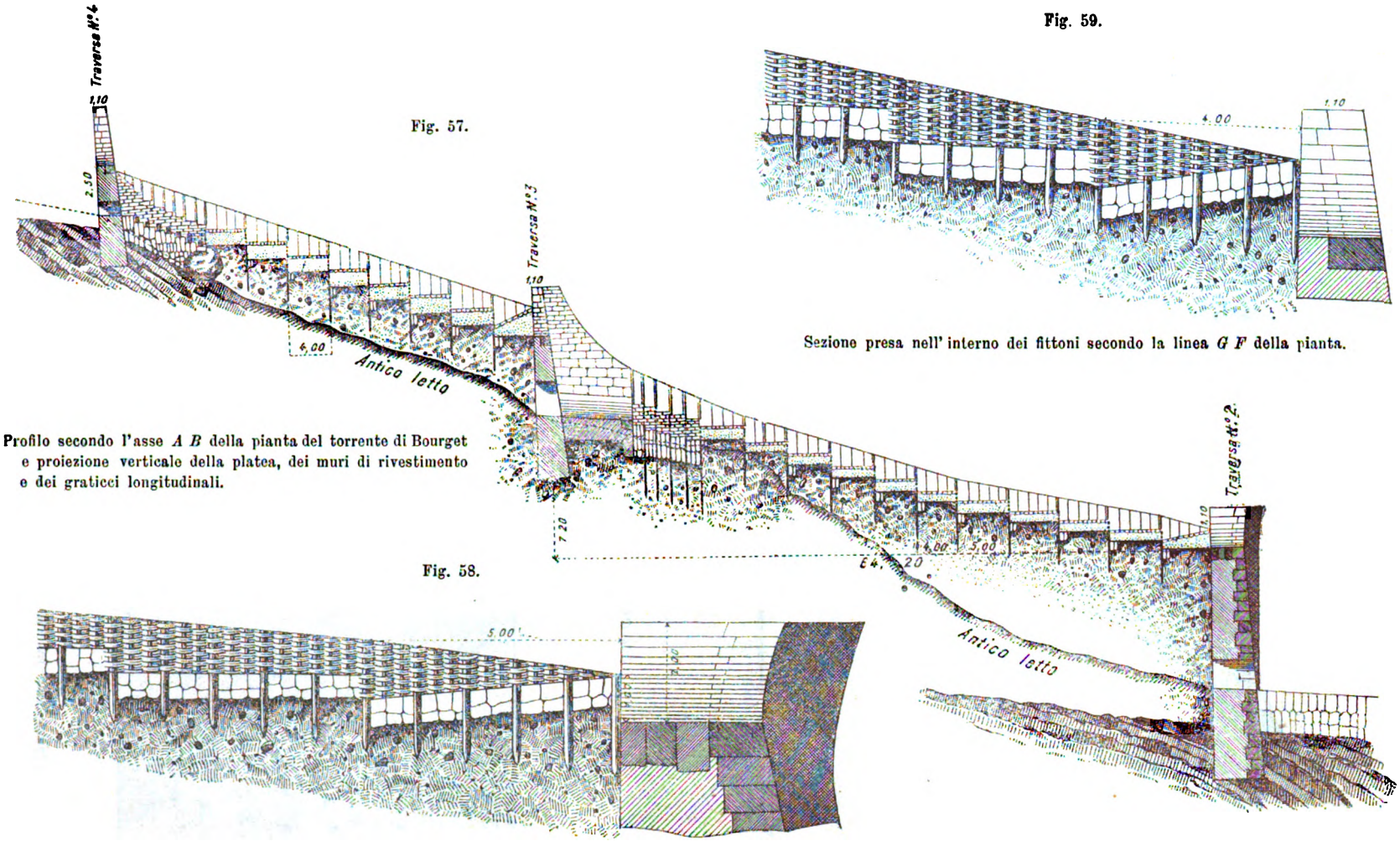
Fig. 56.



Pianta del torrente di Bourget dalla traversa N. 2 alla traversa N. 4 dopo l'esecuzione dei lavori di difesa.

Digitized by Google

Fig. 57.



Profilo secondo l'asse *A B* della pianta del torrente di Bourget e proiezione verticale della platea, dei muri di rivestimento e dei graticci longitudinali.

Fig. 58.

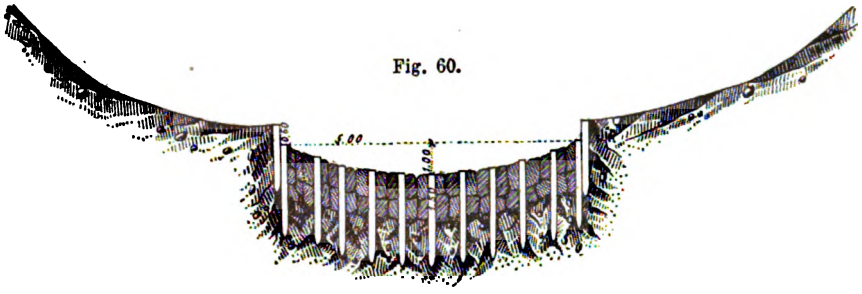
Sezione presa di fronte ai fittoni secondo la linea *C D* della pianta e particolari della costruzione d'un graticcio longitudinale.

Fig. 59.

Sezione presa nell'interno dei fittoni secondo la linea *G F* della pianta.

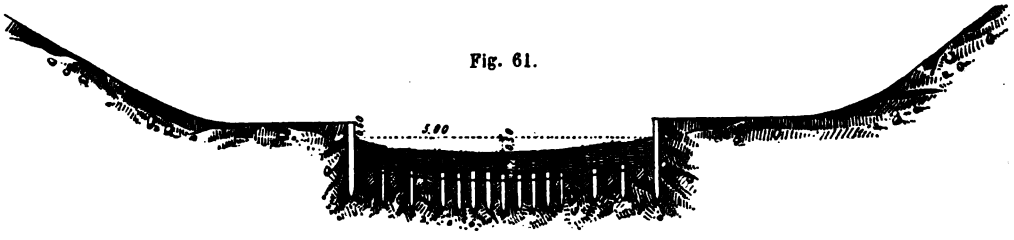
Digitized by Google

Fig. 60.



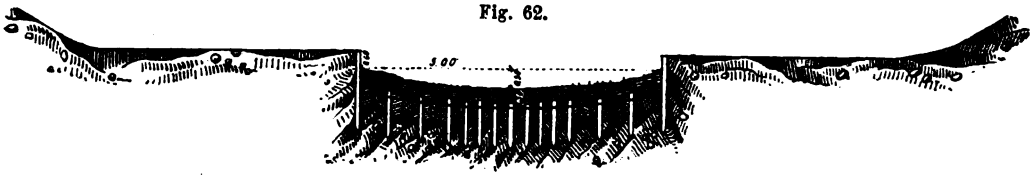
Sezione di un graticcio trasversale di un metro di altezza.

Fig. 61.



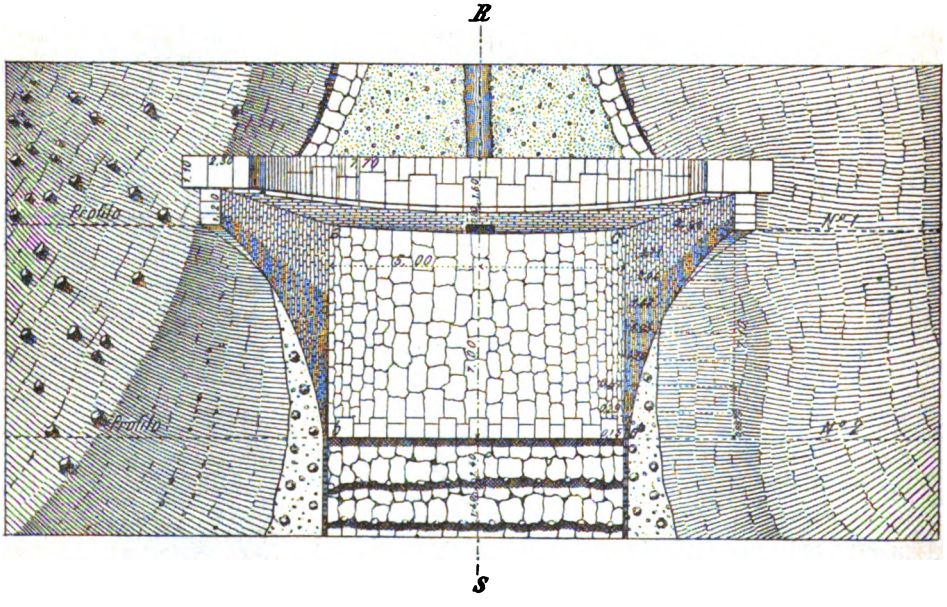
Sezione di un graticcio trasversale di $0^m,70$ di altezza.

Fig. 62.



Sezione di un graticcio trasversale di $0^m,50$ di altezza.

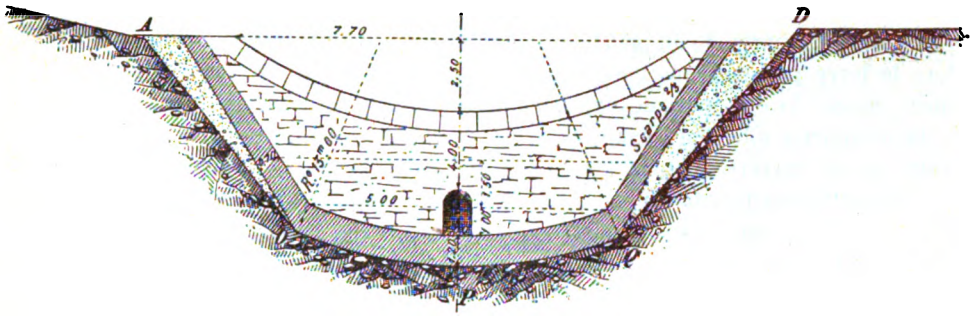
Fig. 63.



Pianta della traversa N. 3 della platea, dei muri di rivestimento a superficie gobba e d'una porzione dell'accoltellato.

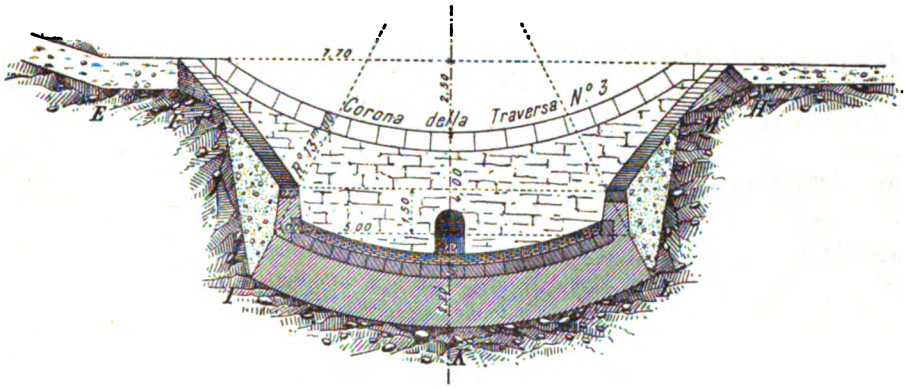
Digitized by Google

Fig. 64.



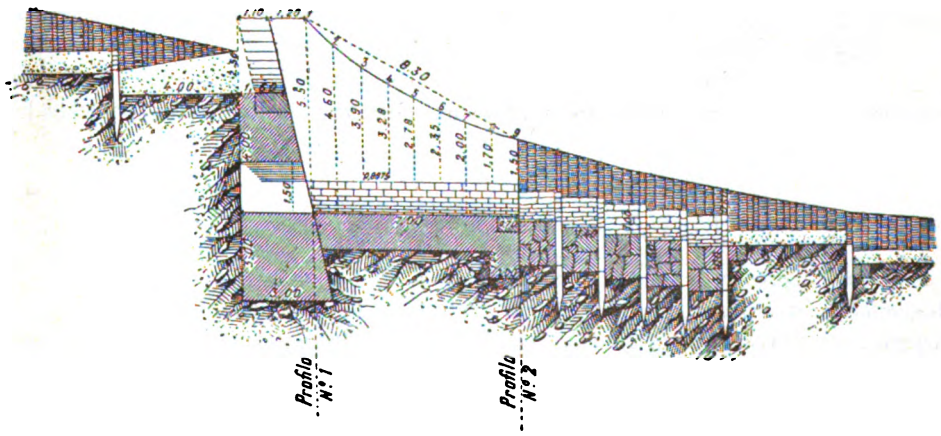
Proiezione verticale della traversa N. 3, sezione della platea e dei muri d'ala secondo il profilo trasversale N. 1 della pianta (fig. 63).

Fig. 65.



Sezione fatta sulla testa della platea e dei muri secondo il profilo trasversale N. 2 della fig. 63.

Fig. 66.



Sezione longitudinale secondo *R S* della pianta (fig. 63), proiezione della corona della traversa N. 3, della platea, dei muri, dell'accoltellato e dei graticci longitudinali.

Digitized by Google

Il complesso dei lavori comprende 20 traverse nel torrente di Bourget propriamente detto, e 3 nel suo affluente Rata. A seconda delle circostanze il loro tipo fu mutato: così là dove le sponde erano poco stabili, si preferì la forma rettilinea alla circolare, per le ragioni già svolte parlando in generale della forma e delle dimensioni di queste opere; là dove le terre presentavano una mediocre resistenza, la platea fu fatta di muratura, ed i fianchi rialzati da due muri di ala, destinati a proteggere le sponde. In generale poi, si dette la preferenza alla muratura mista.

Tutte queste traverse si sono a poco a poco riempite a monte: se non che per le prime ciò è avvenuto assai prontamente, per le altre assai più lentamente, perchè a mano a mano che si svolgevano i lavori nella regione superiore, si faceva anche in proporzione sentire il loro effetto nella inferiore. Ma perchè questo fosse completo, era necessario impedire la corrosione, tanto longitudinale che laterale, del letto che le acque avrebbero potuto formare dopo che si fossero prodotti i depositi a monte delle traverse. Perciò si costruirono su ciascun interrimento due graticciate longitudinali parallele, in guisa da incassare il torrente; e quindi una serie di altre graticciate trasversali, aventi la corona concava e tale che sfiorasse la superficie dell'interrimento. Questi graticci trasversali sono costantemente equidistanti di 5 metri, mentre i longitudinali sono ora di 9 ora di 10 metri. A questi lavori seguirono immediatamente le piantagioni di specie resinose o latifoglie, a seconda dei casi.

Contemporaneamente alle grandi costruzioni nelle parti basse del torrente, veniva fatta la correzione dei burroni e delle loro piccole diramazioni nelle terre nere, col mezzo di graticciate e di fascinate; ed appena formati a monte i depositi, venivano tosto piantati sugli orli e lastricati nel mezzo, per impedire la corrosione ulteriore del letto.

Nel 1877, in conseguenza di nevi molto abbondanti, si erano manifestati dei movimenti sulle sponde del torrente: ed allora si ricorse alla fognatura, ma con lavori semplicemente alla superficie; si radunarono le acque in piccole cunette scoperte, formate di pietre o lastre ed estese su tutte le più piccole ramificazioni, in guisa da impedire qualsiasi filtrazione. Per tal modo le acque discendono anche attualmente senza produrre alcun danno, nonostante la loro abbondanza nelle annate assai nevose.

Abbiamo già detto che questo torrente si può considerare ora come inoffensivo, o, come dicono i Francesi, spento. A prova di ciò, noi citeremo un altro genere importante di osservazioni istituite per dimostrare l'efficacia dei lavori impresi, ed avere una prova, per così dire, esprimibile in numeri, del loro effetto progressivo. Si è rilevato ogni anno una certa serie di profili, tale da poter avere una rappresentazione esatta della mutazione successiva della superficie del terreno: questi profili sono stati riferiti a punti stabili, e si è trovato così che i movimenti del terreno divennero sempre meno sensibili e più rari; presentemente sono cessati del tutto, e solamente qualche violento uragano potrebbe leggermente risvegliarli.

B). *Del torrente Faucon in particolare.*

I lavori nel torrente di Faucon incominciarono soltanto nel 1875, e consisterono nel rimboschimento di tutti i punti del bacino, ove il terreno era stabile: chè in quanto agli altri punti, bisognava necessariamente attendere che i lavori di correzione avessero loro data la necessaria stabilità. Il rimboschimento del terreno è stato fatto per seminagione e per piantamento. La seminagione fu adoperata soltanto in quei pochi luoghi nei quali si trovava già un po' di vegetazione erbacea, e nelle parti superiori del bacino, fra gl'interstizi delle rocce, facendo uso di semi di pino cembro e di larice. In tutte le altre parti

Digitized by Google

del bacino venne fatto uso del piantamento di pino cembro, di larice, di pezzo, di pino nero e di pino uncinato, che si ebbe cura di allevare in piantonai volanti. Contemporaneamente si costruiva un sistema completo di traverse rustiche, ossia in muratura a secco in tutte le ramificazioni del torrente e nei burroni.

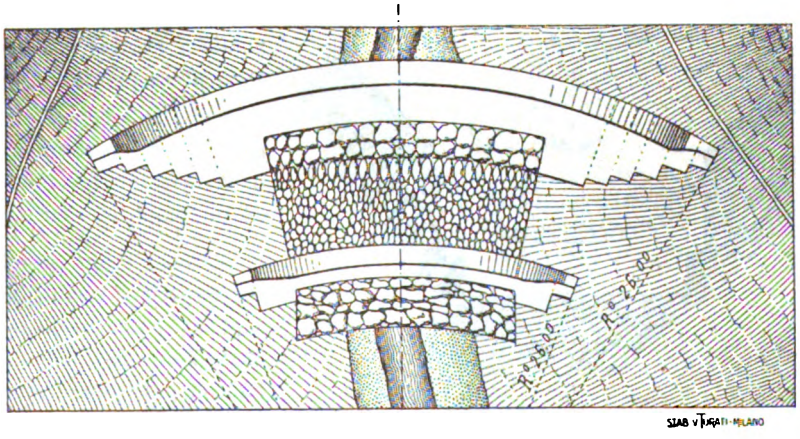
Eseguiti questi lavori, i quali ebbero un esito tanto felice da superare l'aspettativa, avendo la vegetazione coperta la maggior parte del bacino, furono costruite nella regione più alta (da 2300 a 2500 metri) tre grandi traverse di ritenuta in pietra a secco di 1129 metri cubi di muratura, che costarono lire 14,033, destinate a trattenere provvisoriamente tutte le materie provenienti dalla decomposizione delle rocce superiori e dalla corrosione e dal trasporto operato dalle acque. Poscia si continuarono quelli di correzione, costruendo sei traverse in pietra a secco anzichè in calce, a cagione della difficoltà di portarla a quella così grande altezza; e dieci altre in muratura mista, poste al di sotto di queste.

La correzione infine dei torrentelli della Marquise e di Buriane, che hanno la forma di conche scavate nelle marne nere e solcate da tanti piccoli burroni, è stata operata col mezzo di graticci, di fascine, di piccole traverse rustiche, e si può dire che i lavori sono quasi compiuti.

In tutti questi lavori, e fino al 31 dicembre 1885, furono costruiti metri cubi 8077,171 di muratura per le grandi opere di correzione e per altri lavori accessorii, con una spesa di lire 106,605, 22; inoltre metri cubi 2656,297 di muratura a secco per le traverse rustiche, con una spesa di lire 14,975, 69.

È degna di osservazione, nei lavori eseguiti in questo torrente, la disposizione adottata nella costruzione della platea, in una sezione ove il pietrame grosso mancava. Quel poco che era stato raccolto doveva riserbarsi per la corona e per la parte esposta della platea, e costruire il resto con materiali relativamente piccoli. Doveva essere esclusa la costruzione di traverse troppo alte, perchè avrebbero dato occasione di adoperare una grande quantità di materiale; e quindi si adottò il partito di fare la traversa N. 1 (*Fig.* 67, 68, 69, 70), colla sua platea e controtraversa o testa di platea. Quando questa traversa avrà

Fig. 67.



Pianta della traversa a gradinata.

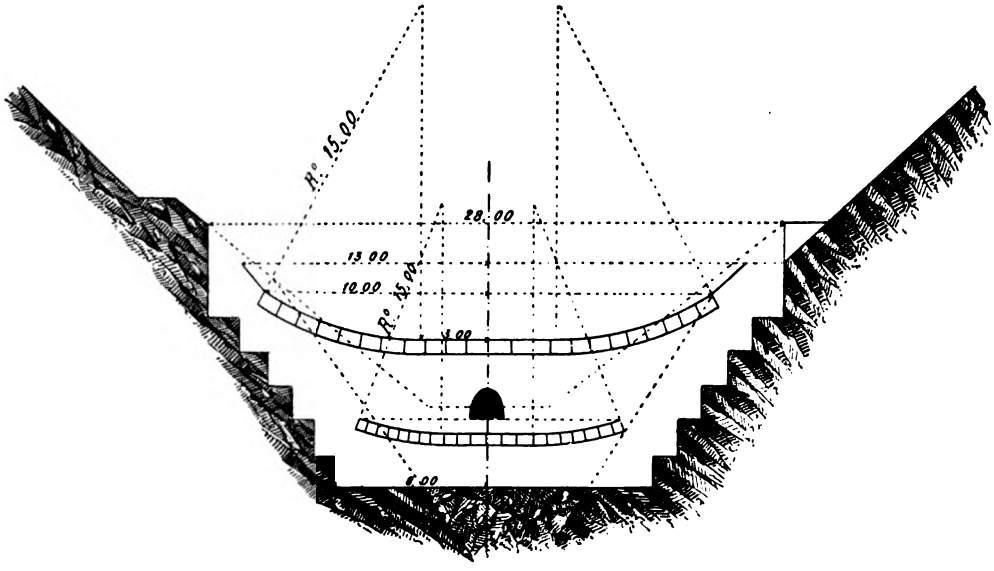
completo il suo interrimento a monte, si farà luogo alla costruzione economica della traversa N. 2; perchè si troveranno allora sul luogo, trasportati dal torrente, i materiali necessari. Le figure precedenti danno i particolari di questa costruzione la quale unisce con la resistenza tutta l'economia desiderabile.

Digitized by Google

C). *Riassunto dei lavori eseguiti nel perimetro di Faucon.*

Il complesso dei lavori eseguiti nel perimetro di Faucon ci porge dei dati importanti, non solo sull' economia, ma anche sui risultati conseguiti. Si può computare che i rimbo-

Fig. 68.

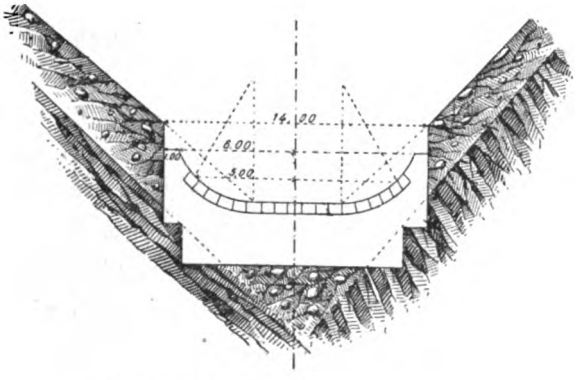


Alzato della traversa, toltene le terre.

schimenti assorbirono fino al 1883 il 29 per cento della spesa totale, quelli di correzione il 56 per cento; ed il resto, ossia il 15 per cento, è andato in spese diverse. Queste cifre sono però soltanto approssimative; perchè, terminati che siano totalmente i lavori, si calcola che si avrà press' a poco

in rimboschimenti . . il 27 per °/°
in lavori di correzione. 60 »
in lavori diversi . . . . 13 »
ed in complesso 660 mila franchi.

Fig. 69.



Alzato della testa della platea, toltene le terre.

Siccome i più grandi torrenti, coi rispettivi bacini, nelle Basse Alpi si trovano press' a poco nelle medesime condizioni di quello di Faucon, e siccome le spese diverse occorrono la massima parte nei lavori di correzione; ne risulta che approssimativamente si può stimare, che i lavori per reprimere i danni dei torrenti importino il triplo di quelli necessari per prevenirli.

Questo fatto ha una speciale importanza anche per l'Italia, poichè noi ben pochi terreni abbiamo, tanto temibili, quanto quelli che sono nelle Alpi francesi; ed in media le

Digitized by Google

nostre condizioni sono assai più vantaggiose: cosicchè prendendo opportuni provvedimenti preventivi, si potranno risparmiare grossi capitali in futuro, si toglieranno dei pericoli, e si darà valore ai terreni che presentemente non ne hanno veruno o scarso.

Vennero impiegati fino al 31 dicembre 1885 in questo perimetro 10,831 chilogrammi di semi di conifere, 396 chilogrammi di piante latifoglie, rimboscando 414ᵉ 35ᵃ 90ᶜ di superficie. Il pino cembro ed il larice figurano ciascuno per un terzo della totalità del seme di conifere, il resto è costituito di semi di abete rosso, pino uncinato, pino silvestre. Vennero inoltre impiegati chilogrammi 38,829, 2 di semi di piante erbacee per l'inerbamento, e 1334 chilogrammi di semi di cespugli; 5,865,030 piante resinose e 1,993,205 piante latifoglie e 4455 talee. La cultura per cordoni orizzontali è stata praticata su una lunghezza di 5900 metri.

Come facilmente si scorge, la quantità di seme adoperata sembra un po' eccessiva rispetto alla superficie del bacino; ma bisogna tener conto delle diverse circostanze che imposero di ripetere le seminagioni. Si tratta anzi tutto di altezze che superano i 2000 metri ed arrivano anche a 3000 metri, dove i geli di primavera sopraggiungono facilmente dopo il germogliamento, e dove le grandinate, qualche volta fortissime, distruggono una parte dei semi che non sono sufficientemente riparati; e a tali azioni meteoriche si contrasta con molta difficoltà.

Nei terreni stabili le piantagioni furono fatte con conifere ed a mazzetti, impiegandone da cinque a seimila per ettaro; ma colà dove le scarpe erano più scoscese, furono qualche volta

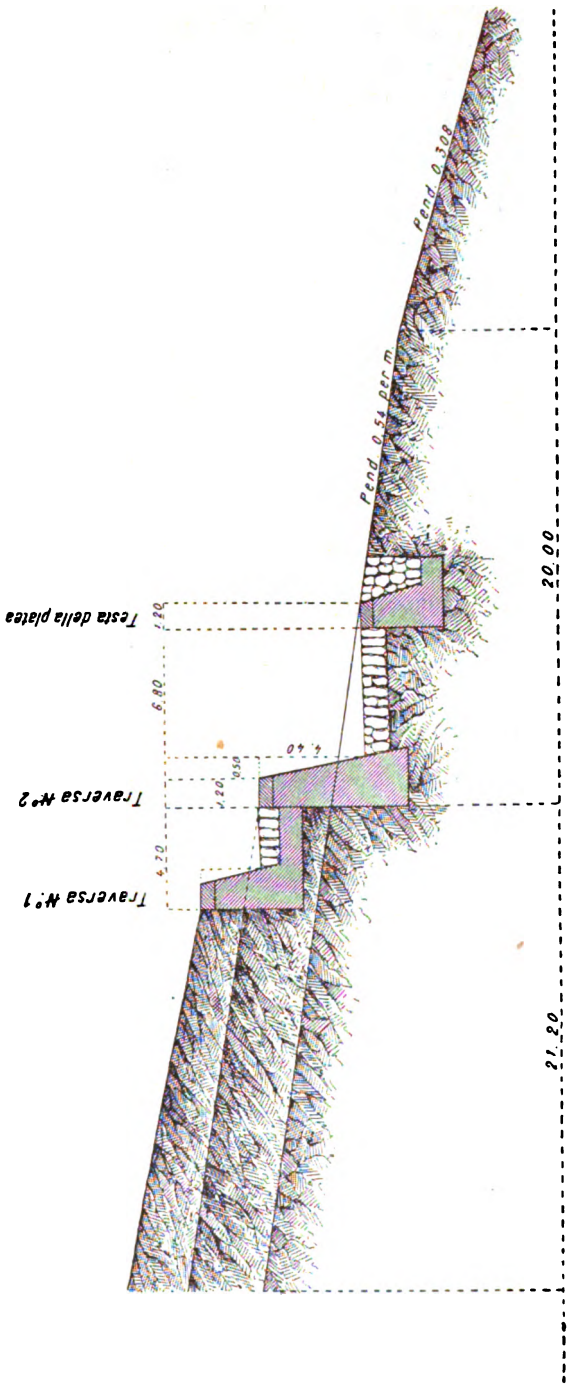


Fig. 70. Sezione trasversale della traversa a gradinata sul torrente di Fancon.

spinte fino anche a 15,000 l'ettaro. Le piante latifoglie sono state più che altro adoperate negli interrimenti, sulle sponde dei torrenti, nelle depressioni del terreno, ove in generale l'umidità manca meno, e furono tenute molto più serrate che non le piante resinose. Le talee figurano sempre in gran numero, e press'a poco sono tre quarti del totale delle piante latifoglie.

Per avere un concetto esatto dell'effetto conseguito e dell'utilità di questi lavori di rimboschimento, diremo che fin dal 1873 si tiene una statistica delle piene, e si sono stabiliti tre pluviometri a diverse altezze in ciascuno dei due bacini dei torrenti di Bourget e Faucon, e ciascuno nel centro d'una zona di superficie conosciuta. Il lembo superiore della zona più alta si trova a 3000 metri, quello inferiore a 2300 metri; la zona media è compresa fra 2300 e 1700 metri, e l'inferiore fra 1700 e 1300. Sono state scelte tre zone, perchè la quantità d'acqua che cade varia, come si sa, coll'altezza; e si è riscontrato qui che quella che cade nel pluviometro della zona superiore, è quasi doppia di quella del pluviometro più basso. Conoscendo la quantità d'acqua caduta nei pluviometri, la durata della pioggia, la superficie dei pluviometri e quella dell'intero bacino, si determina facilmente la quantità totale d'acqua caduta in esso durante una pioggia.

I pluviometri che si adoperano nei bacini dei torrenti, sono quelli dell'Associazione scientifica di Francia, che sono stati descritti in una istruzione speciale nel 1872. Essi constano di due parti principali: l'imbuto per ricevere la pioggia, che ha una forma circolare con un diametro di 22,6 cm., onde la superficie è di 4 decimetri quadrati; ed il provino graduato di vetro, della capacità d'un quarto di litro.

Rimane ora a confrontare l'acqua caduta con quella che viene smaltita nei torrenti; e qui si presentano delle grandi difficoltà. La portata di un torrente, specialmente in una piena, non si può misurare che con una certa approssimazione, ed altrettanto si dica delle quantità di materiali che esso trasporta. È d'uopo quindi accontentarsi di dati approssimativi; e perciò fu tracciata una scala limnimetrica sulla corona della traversa più grande del torrente di Bourget, le cui divisioni distano fra loro costantemente 10 centimetri. Sopra una delle sponde àvvi una capanna per ricovero d'una guardia, alla quale tocca di valutare la durata e l'altezza di ciascuna piena. Con questi elementi e colla velocità dell'acqua che approssimativamente si potrà misurare quando il torrente non trasporterà più materiali, essendo nota la sezione alla corona, si determinerà la portata di ciascuna piena. Intanto si prendono tutti i dati relativi alla natura delle piene, ai loro effetti nel canale di scolo e nel cono, valutando approssimativamente il volume dei materiali trasportati.

Tali elementi vengono in modo analogo determinati per tutti i torrenti: e quando saranno stati raccolti dati in numero sufficiente, la misura dell'effetto dei lavori di rimboschimento sarà più esatta, e si potrà fare giusta stima anche della quantità d'acqua assorbita dal terreno e quanto possa essere utile la coltura dell'alto fusto sulle montagne.

Vi sono già molti fatti che permettono di giudicare i risultati dei lavori di correzione e di rimboschimento, e fra questi noteremo il seguente. Il 13 agosto 1876 scoppiò un temporale terribile, che invase anche i due bacini di Bourget e di Faucon; la pioggia durò 25 minuti, e nella regione superiore caddero 42 millimetri d'acqua, nella inferiore 12. Il torrente di Faucon si trovò subito riempito di lave, delle quali fu valutato il volume a 234,000 metri cubi, quello dei materiali a 139,000 metri cubi, e a 65,000 metri cubi l'acqua la quale messe un'ora a smaltirsi. Nel torrente di Bourget, dove fino a quel tempo i lavori erano unicamente concentrati, vi fu una semplice piena d'acqua leggermente torbida, che sulla scala limnimetrica giunse a una altezza di 45 centimetri, e durò circa quattr'ore.

Allorquando le piantagioni si saranno svolte compiutamente, e saranno vestite tutte

Digitized by Google

quelle pendici, in luogo di siffatte masse enormi d'acqua e di lave, che rapidamente si riuniscono precipitando nel canale di scolo, si avranno dei ruscelli d'acqua limpida, che si smaltirà inoffensiva nel letto attuale del torrente. La vegetazione poi compirà il rinsaldamento di quelle terre instabili, e tratterrà pure una parte dell'acqua, che penetrando nel suolo aumenterà le sorgenti limpide.

Sul cono si avranno risultati inversi: attraverso i materiali che il torrente stesso ha deposti, il ruscello tenderà a scavarsi un letto definitivo, stabile; i ricchi terreni, occupati presentemente dalle deiezioni del torrente, saranno a poco a poco restituiti all'agricoltura, e le terre circostanti saranno protette contro ogni nuova invasione. Il villaggio di Bourget, quello di Faucon, quelli della regione montuosa, saranno del tutto difesi dal pericolo in cui li poneva per lo innanzi la loro situazione; e la circolazione sulla strada nazionale si potrà dire d'ora innanzi sicura, cosicchè il servizio dei Ponti e Strade potrà costruire i ponti che finora i torrenti avevano reso od impossibili o spesso e molto danneggiati.

Ecco come il signor Demontzey valuta i vantaggi locali:

1° Trasformazione in coltura sul cono del torrente Bourget di 25 ettari, valutati . . . . . L.	50,000
2° Difesa delle parti coltivate del cono, 35 ettari.	105,000
3° Trasformazione in coltura di 60 ettari nel torrente di Faucon	120,000
4° Difesa delle parti coltivate del cono	360,000
5° Difesa dei villaggi di Faucon e di Bourget.	350,000
6° Difesa delle colture e dei villaggi sui monti.	220,000
Totale . . . L.	1,205,000

Così senza contare nè le rendite che si saranno create, nè gl'importanti miglioramenti apportati al governo dell'Ubaye, nè la maggiore sicurezza acquistata a beneficio della città di Barcelonnette e della strada nazionale, il rimboschimento del perimetro di Faucon restituirà all'agricoltura e proteggerà dei terreni il cui valore sorpassa la somma di un milione e duecentomila lire. In questa somma non è però compreso il valore di quasi 800 ettari, che costituiscono la superficie dei due bacini rimboschiti, e pei quali sono state spese fino al 1885 appena lire 732,013, 73.

In riassunto, così rispetto alla difesa dei terreni in montagna, a quella degli abitati sottostanti ai bacini ed alla difesa delle campagne in pianura, come rispetto alla produzione legnosa, il rimboschimento e la correzione dei torrenti ha prodotto nell'interesse generale e dei Comuni in questo perimetro non soltanto preziosi risultati per la scienza, ma un vantaggio economico, che in un avvenire non molto lontano avrà il suo completo svolgimento.

Capo XIII.

Perimetro di Sanières.

Questo perimetro prende il nome dal torrente Sanières, uno dei più terribili che s'incontrino nella vallata dell'Ubaye. Il Sanières ha le sue origini sulle pendenze scoscese della montagna detta Cougnet de Maurel, la cui vetta si eleva a 3000 metri, ed a breve distanza dai punti nei quali incomincia a formarsi il Bourget, dal quale si trova diviso da una cresta coi due declivi molto ripidi. Discendendo dalla sommità di una montagna secondo una linea di massima pendenza, esso appartiene ai torrenti del secondo genere del Surell;

Digitized by Google

è incassato nel mezzo di sponde ripide, profonde e nude, le quali a ogni forte piena, scalzate al piede, producono degli scoscendimenti che somministrano alle acque un' enorme quantità di materiali pel trasporto.

A circa 500 metri dal villaggio di Jausiers, si getta nell'Ubaye; e presso a poco nel medesimo punto ove si scarica, si presentano sulla riva opposta due torrenti analoghi, quello di Abriès e delle Terres-Plaines: cosicchè essendo i tre torrenti contemporaneamente in piena, l'Ubaye sbarrata nel suo corso minaccia gravemente questo villaggio. All' uscire dal canale di scolo, il torrente si allarga in un vasto cono, nel quale le acque si versano, ora danneggiando le culture, ora le prime abitazioni di Jausiers. La strada nazionale N. 100 attraversa questo cono nel senso della sua maggiore larghezza, circa un chilometro e mezzo, per modo che a ogni burrasca resta impedito il transito, a cagione della grande quantità di lave, e talvolta interrotte le comunicazioni per parecchi giorni.

Il bacino del torrente si estende su una superficie di circa 420 ettari, e si trova in condizioni sfavorevolissime. Le cime hanno un' altezza di 3000 metri: sono circondate di sopra da filoni di grès dei terreni cretacei; la zona media ed inferiore sono costituite da scisti marnosi dei terreni giurassici. Questo bacino, esposto a mezzogiorno, era abbandonato al pascolo delle capre, e non aveva traccia di vegetazione avanti il rimboschimento degli ultimi vent' anni. Mentre le sue parti più elevate si estendono fino a 3000 metri, alla gola non ne abbiamo che 1400; ed essendo di circa cinque chilometri il corso del torrente, si comprende come una tale differenza di livello debba dar luogo ad un letto che scende fra precipizi vertiginosi.

Studiato nel 1861 il perimetro di Sanières, fu decretato obbligatorio il rimboschimento nel 25 marzo 1863; ma con la legge dell' 8 giugno 1864, fu poi sostituito, su una superficie di 353 ettari, l' inerbamento, che nel 1866 era già ultimato. Il rimboschimento era limitato ad una superficie di soli 25 ettari, e venivano costruite nel letto del torrente 43 piccole traverse in muratura a secco. Mentre dell' inerbamento, compiutamente riuscito, si nutrivano le più belle speranze, il 24 luglio 1868 scoppiò un temporale spaventoso, in conseguenza del quale le 43 traverse scomparvero in gran parte, ed una grande quantità di lave coprì il cono di deiezione, togliendo ogni speranza anche sull' effetto dell' inerbamento rispetto alla correzione dei torrenti.

I lavori eseguiti nel torrente Sanières ci offrono ottimi ammaestramenti per le questioni che ora studiamo. L' inerbamento, ancorachè ben sviluppato e completo, si è mostrato affatto insufficiente nelle opere di consolidamento dei terreni e di estinzione dei torrenti; inquantochè non suddividendo esso abbastanza le acque, nè abbastanza ritardando la loro velocità; queste, agglomerandosi quasi istantaneamente nel letto del torrente, ne scalzano le sponde, producono scoscendimenti, formazione di enormi lave, e talvolta anche la rottura delle opere di costruzione.

Le traverse, quantunque non si trovassero nelle condizioni nelle quali oggidì si costruiscono, tuttavia erano fatte con cura, numerose, interrate regolarmente, ed avevano sostenuto per due anni la prova anche contro lave assai considerevoli. Press' a poco le medesime vicende avevano sofferto gli altri perimetri delle Basse Alpi; e l' inerbamento, sebbene non avesse sortito l' effetto del rimboschimento rispetto al governo delle acque, diede e dà tuttora quel che è possibile ottenere dalla vegetazione erbacea.

I rapporti fra la superficie da imboschire e da inerbare hanno in questo perimetro variato sensibilmente e continuamente, dal tempo della sua istituzione ad oggi. Al 31 dicembre 1873 l' inerbamento era di 353 ettari, il rimboschimento di 50 ettari circa. Col 1874 incominciò un altro periodo, cioè la correzione del torrente nella sua parte inferiore, quindi seguì quella della parte superiore del bacino, come si vedrà in appresso.

Digitized by Google

Per comprendere i lavori eseguiti in questo torrente, è d'uopo conoscere come esso sia costituito, perchè i caratteri differenti nei suoi diversi punti resero necessario l'uso di mezzi pure diversi. Questo torrente si può dividere in tre sezioni ben distinte, separate da grandi cascate poste su rocce molto compatte.

La prima sezione, l'inferiore, è stata studiata nel 1874; e gli studi preparatorii dimostrarono bastevoli quattro grandi traverse, quali furono appunto costruite nel 1875, in muratura mista, una delle quali fu poi munita di controtraversa.

La seconda sezione presenta nelle due sponde condizioni ben diverse. La sinistra ed il fondo sono formati da strati di rocce piuttosto regolari, appartenenti al *flish*, e che si dirigono verso nord-est, mentre il torrente ha la direzione da nord nord-ovest a sud sud-est; dal che risulta che le acque hanno tagliata la roccia quasi a picco. La sponda destra invece non mostra la roccia che in pochi punti, il suo profilo è alquanto aperto essendo le terre calate a mano a mano che il letto si votava e toglieva loro il punto d'appoggio, ragion per cui si notano quelle masse enormi di materiali scoscesi d'ogni specie. Il pendio che domina questa riva, presenta una serie di risalti prodotti dai successivi scoscendimenti, e la superficie, quantunque solcata da molte screpolature che accennano all'instabilità del terreno, è ben coperta da vegetazione erbacea.

Ecco ora ciò che accade in questo torrente quando sopraggiunge una piena straordinaria. Poichè il letto, scavato nella sponda sinistra, verso la quale le acque tendono per la disposizione inclinata degli strati, è incapace di contenerle, esse si gettano sulla destra, ne corrodono il piede e producono scoscendimenti che danno origine alla formazione di masse immense di lave, le quali sono il terrore del villaggio di Sanières. E per dare un'idea di siffatti movimenti di terra, diremo che una pioggia durata solo un'ora e mezza, e nella quale l'altezza dell'acqua nei pluviometri fu di soli 20,4 mm., cagionò una lava di 30,000 metri cubi. Or si pensi quali possono essere gli effetti di una pioggia torrenziale.

In questa seconda sezione, e nel declivio destro del torrente, si osservano sei grandi scoscendimenti, indipendenti gli uni dagli altri, e separati da banchi di rocce assai dure che hanno resistito all'azione delle acque. E appunto sopra questi banchi si pensò di costruire altre sei traverse in muratura mista, destinate a produrre, mediante grandi interrimenti, un allargamento di sezione; impedendo quindi, col mezzo di altri lavori, l'erosione laterale e i franamenti.

Gli scoscendimenti sono quivi così terribili e avvengono in condizioni così strane, che noi non potremmo immaginarcelo. I terreni impermeabili, durante la fusione delle nevi, si saturano d'acqua; ed allorquando il piede d'una riva si trova a poco a poco minato dalle piene successive, la porzione permeabile delle terre si trasforma in mota, e si può mettere in movimento anche in uno stato di cielo costantemente e per qualche tempo sereno: quella massa invade ad un tratto, annunziata soltanto da un grande rombo, tutto il cono di deiezione; danneggia le culture, l'abitato, toglie le comunicazioni, porta dappertutto il terrore e la desolazione.

Le costruzioni in muratura mista fecero nel torrente Sanières buonissima prova, resistendo perfettamente alle lave dell'8 agosto 1876, data memoranda negli annali dei torrenti di questa regione. Si valuta la quantità d'acqua caduta quel giorno in un'ora nel bacino di Sanières a 87,680 metri cubi, sopra una superficie di 480 ettari: eppure non produsse quei grandi guasti che avrebbe potuto, massime non essendo completi nè i lavori della regione superiore nè il rimboschimento. Nello stesso giorno il torrente di Bourget, il cui bacino ha una superficie di soli 270 ettari, si calcola che ricevesse da 85,630 metri cubi d'acqua, e la piena durò cinque volte di più che quella di Sanières. Questa è una delle prove più concludenti dell'importanza e del beneficio dei lavori di correzione e di rimboschimento.

Digitized by Google

I lavori nel torrente di Sanières ed in queste prime due sezioni, oltre il dimostrarci la loro utilità rispetto al governo delle acque, resaci molto chiara dal confronto con quanto avvenne nel medesimo tempo nei torrenti vicini, ci danno la prova più evidente della giustezza dei principii assunti dall' amministrazione forestale francese nel sistema di costruzione mista, che risponde a un tempo a tutte le condizioni di resistenza e di economia. E le costruzioni, in luogo di deteriorare, acquistano col tempo sempre miglior essere, inquantochè le piantagioni, guadagnando continuamente terreno, sono sempre meno esposte ai pericoli delle discese in massa dei materiali.

La terza sezione si presenta in condizioni molto diverse dalle altre due; nella parte superiore il fondo ed il piede della sponda destra è formato dalla roccia, laddove quella di sinistra è costituita da terreni di trasporto. Una grande quantità di burroni e solcature attraversano questa roccia, avente pendenze fortissime. Non vi sono qui nè scoscendimenti, nè frane importanti; ed i lavori di rimboschimento sono destinati semplicemente a trattenere quelle poche terre che rimangono ancora su quelle pendici scoscese ed a rallentare il corso delle acque. Sul declive sinistro si trova un altipiano in buono stato, che si chiama Coste-Belle, dal quale parte l' affluente Couarpe, che è il più importante fra quelli del torrente Sanières. Il déclivio destro del torrente non ha pendenze così forti che nella parte superiore e vicino alle vette; la parte inferiore, che forma il pendio di Fumet, è ben coperta di vegetazione erbacea, ma è la parte più pericolosa del perimetro, essendovi il terreno formato da un miscuglio di terre e di pietre, facile ad essere smosso e continuamente minato, il che lo rendeva soggetto ad immensi scoscendimenti. Per queste condizioni, e specialmente per le pendenze enormi del profilo longitudinale, l' usò delle traverse vi era quasi impossibile, ed in ogni caso sarebbe stato sempre molto dispendioso. L' amministrazione francese pensò dunque di colmare il letto, portandolo ad una certa altezza col mezzo di massi e di pietre d' ogni specie e dimensione, e quindi al di sopra costruire un selciato solido, in forma di cunetta con due ali laterali a 45° (*Fig.* 71). Questo selciato è sostenuto ogni 10 metri da una soglia (*Fig.* 72) avente una fondazione

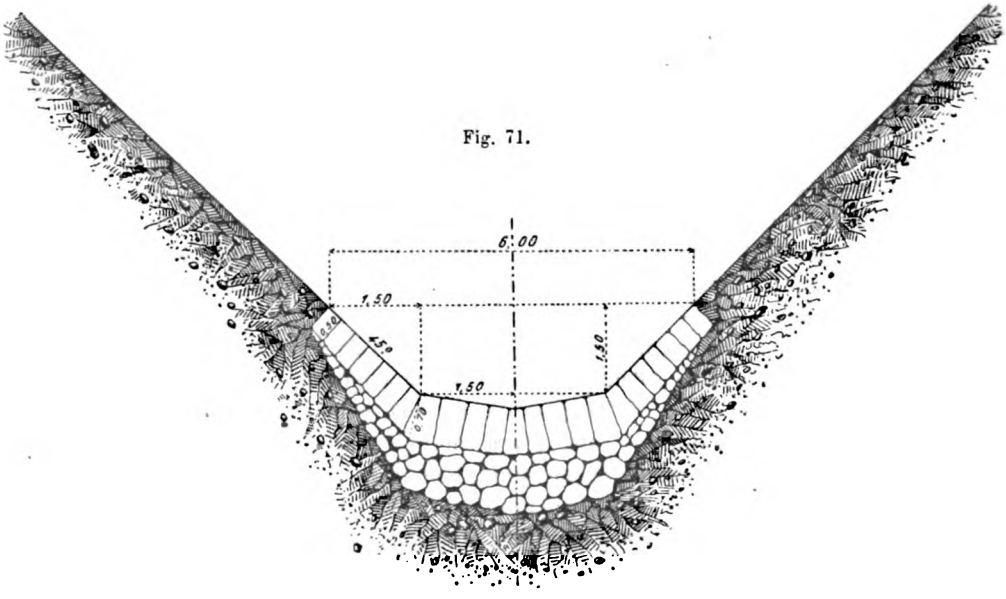


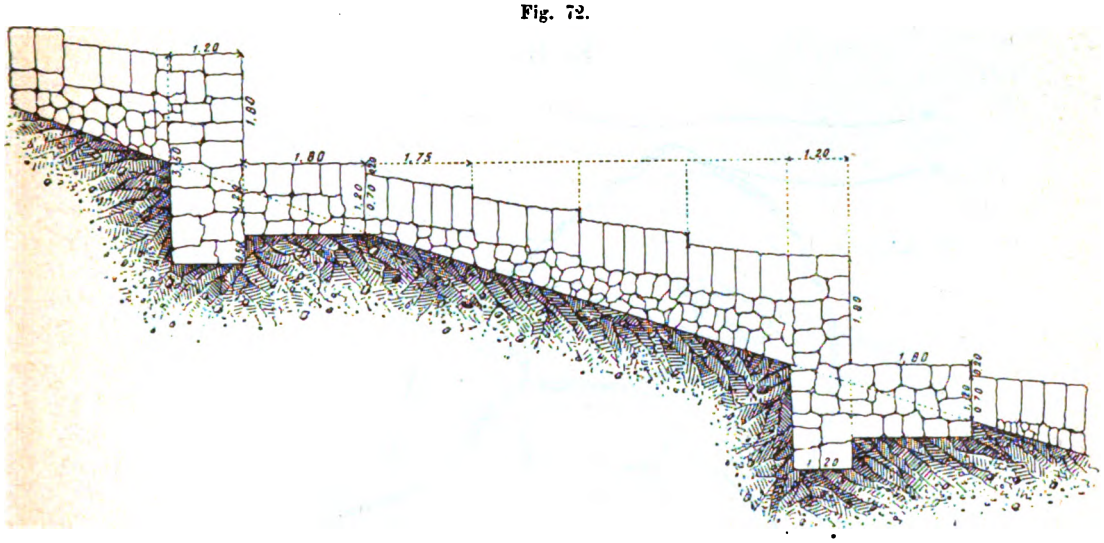
Fig. 71.

Sezione di una cunetta selciata.

Digitized by Google

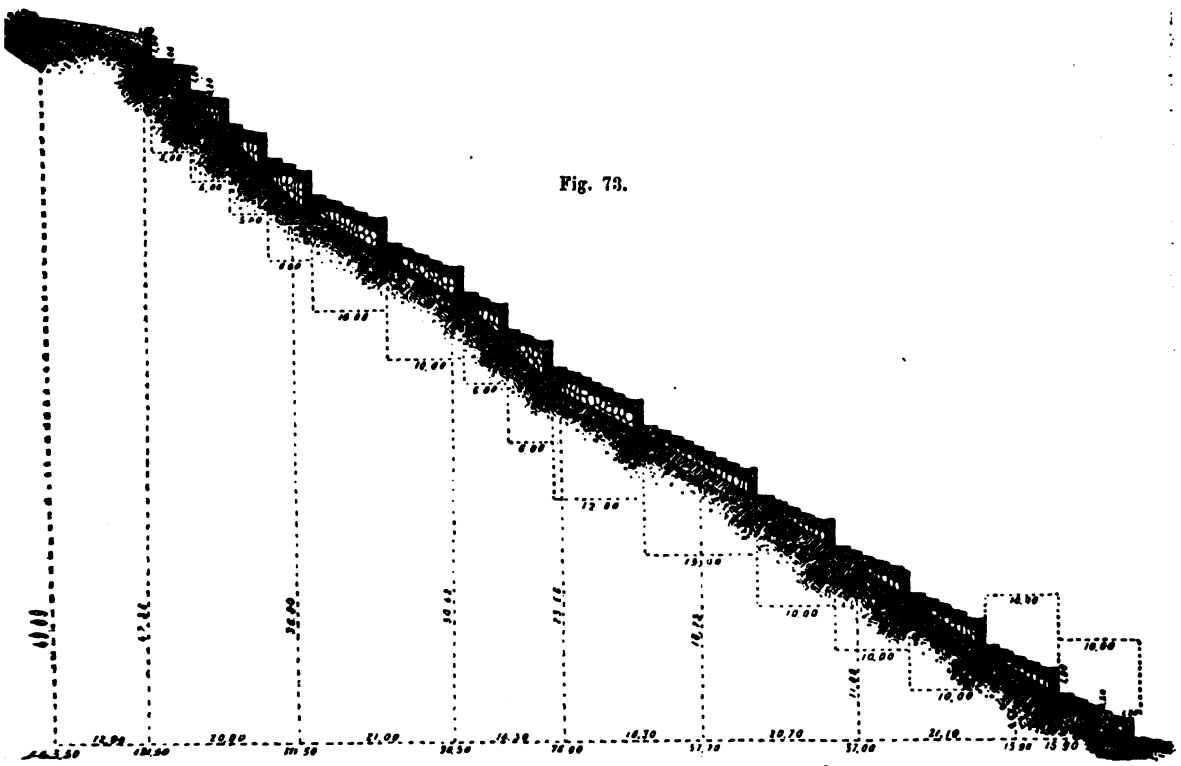
solida, fatta per impedire lo scavo e diminuire la pendenza. Lo spessore del selciato è di 70 centimetri, la larghezza di 3 metri nel fondo, 6 metri sulle ali e la pendenza dell' 11 per cento; il risalto al piede di queste soglie è di metri 1,80. Le figure 71, 72, 73 rappresentano le disposizioni di questo selciato e le sue principali dimensioni.

Fig. 72.



Particolari di un profilo longitudinale fra due soglie.

Fig. 73.

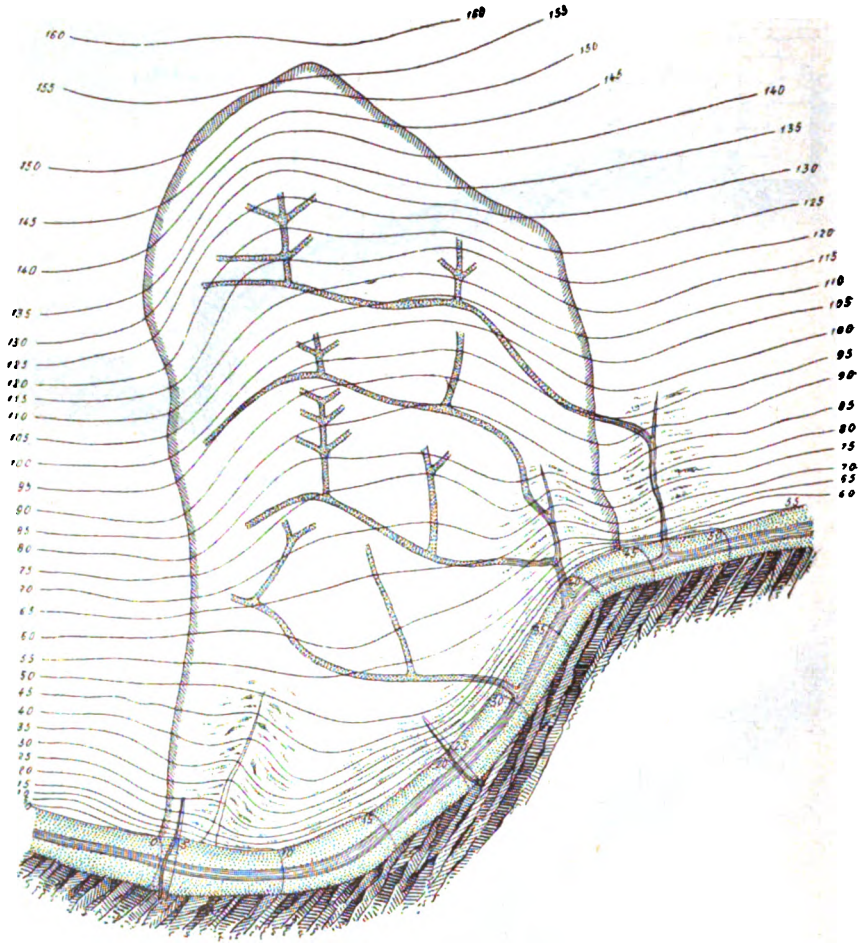


Profilo longitudinale delle soglie costruite nel torrente di Sanières.

Digitized by Google

Con questi lavori eseguiti in pietra a secco, salvo l'ultima soglia che è a calce idraulica, la pendenza primitiva fu ridotta dal 17 per cento in una serie di cadute e di piani inclinati aventi al massimo l'11 per cento. In tal modo il letto non può essere più corroso, e neppure le sponde, le quali, avendo un sostegno stabile, possono essere rimboschite, e resa così inoffensiva una parte importante di questo bacino.

Fig. 74.



Fognatura nel bacino di Sanières.

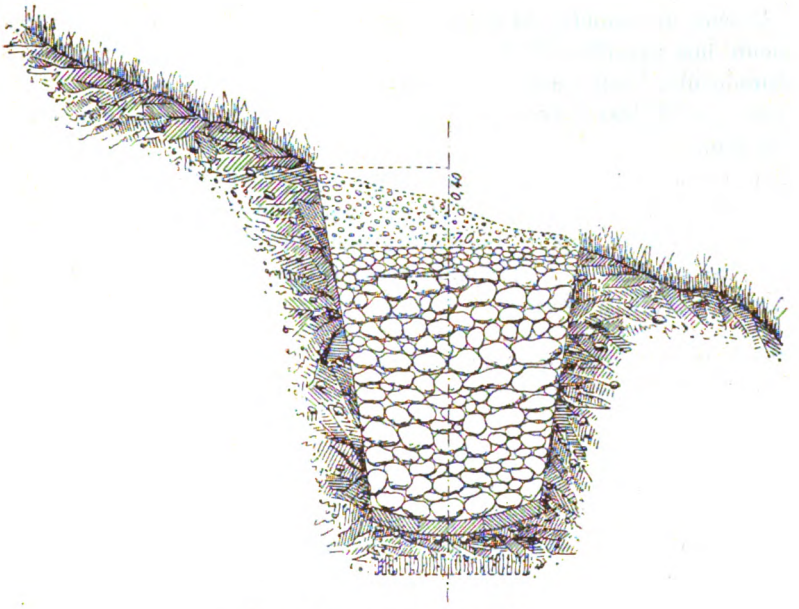
In complesso si trovano in questo perimetro una traversa tutta in muratura con calce idraulica, dodici in muratura mista con pietra da taglio alla corona ed agli acquedotti e 487 traverse di minore importanza e rustiche. Le prime hanno una cubatura complessiva di metri 6521.099, e costarono lire 105,331,91; cioè la muratura costò in media lire 16,15 il metro cubo, mentre le traverse rustiche, cubando metri 10,206.288 ed importando lire 56,591,01, non costarono in media che lire 5,54.

Per evitare infine gli scoscendimenti prodotti dall'infiltrazione delle acque, che allo sciogliersi delle nevi è abbondante, sono stati aperti quattro grandi canali paralleli di fognatura (*Fig.* 74), aventi una pendenza del 15 per cento, una profondità di un metro ed

Digitized by Google

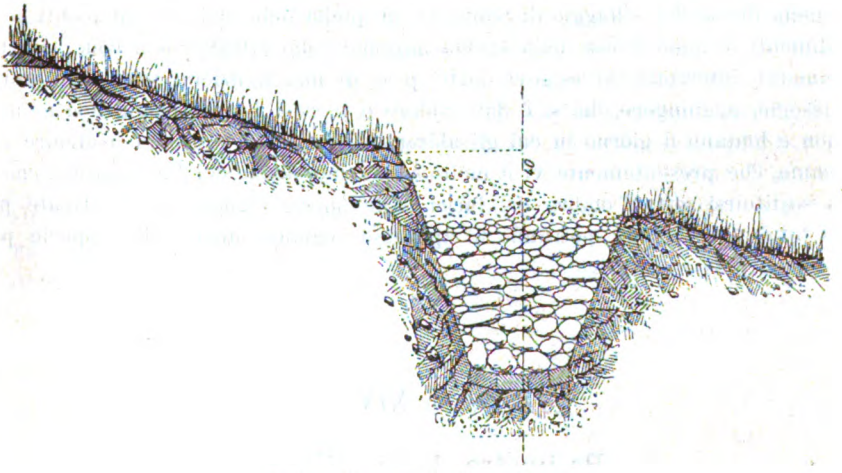
una larghezza di 60 centimetri al fondo (*Fig.* 75, 76). Esso poi è lastricato e riempito di grosse pietre, così che l'acqua vi possa filtrare. Inoltre è stata aperta un'altra serie di canali secondari per raccogliere e condurre le acque nei principali, e da questi sui punti rocciosi, ove non possano recare alcun danno.

Fig. 75.



Sezione d'un canale di 1° ordine.

Fig. 76.



Sezione d'un canale di 2° ordine.

In tal modo si è ottenuta una quasi perfetta immobilità del terreno, indispensabile per poter eseguire il rimboschimento, il quale in tutti i punti in cui si presentava della terra o dell'erba, fu fatto a buche col mezzo della seminagione, dando la preferenza al-

Digitized by Google

l'abete rosso, al larice ed al pino cembro. Laddove poi mancava la vegetazione erbacea e le pendenze erano troppo forti, si preferì la piantagione del pino austriaco in basso, e del pino uncinato, dei larici e pezzi in alto, che prosperano tutti assai bene, da potersi tener per fermo che fra non molto adempiranno compiutamente l'ufficio loro.

Furono pure seminate e piantate, contemporaneamente all'esecuzione dei lavori descritti, diverse specie latifoglie; cosicchè in questo perimetro furono adoperati 3225 chilogrammi di semi di conifere, 54 chilogrammi di semi di piante latifoglie, rimboscando compiutamente una superficie di 339ᵉ 83ᵃ 89ᶜ. Sulla superficie poi di 216ᵉ 19ᵃ è stato eseguito il piantamento, e sul rimanente si seminò. Furono inoltre impiegate 2,765,070 piantine di conifere, e 552,390 di latifoglie; in media, circa 9730 piantine per ettaro e 9,1 chilogrammi di seme.

I canali principali di fognatura furono fatti su una lunghezza di metri 535,50, quelli secondari su una lunghezza di metri 799,40; importando i primi lire 4,20 il metro corrente, i secondi lire 1,54, e però complessivamente lire 3479, 34.

Fino alla fine del 1885 questo perimetro è costato lire 380,961, 85; la quale spesa si può ripartire nelle seguenti categorie:

Strade e sentieri	L.	23,052, 10
Piantonai		20,676, 75
Traverse		197,347, 65
Inerbamento		15,116, 34
Seminagioni e piantamenti		66,744, 06
Lavori idraulici		27,363, 65
Lavori diversi, come ripuliture, trasporti, baracche, vigilanza, ec.		30,661, 30
Totale	L.	380,961, 85

I beneficii che questo perimetro apportò, e che vanno crescendo a mano a mano che l'imboschimento si afforza, consistono principalmente nella difesa delle culture sul cono di deiezione, nel permettere di estenderle ad altre parti che prima erano continuamente invase, nella difesa del villaggio di Sanières, in quella delle culture sui monti contro gli scoscendimenti, e nella difesa della strada nazionale che attraversa il cono, la quale era continuamente interrotta ed esigeva forti spese di manutenzione quasi ogni anno. Ed a questo bisogna aggiungere che si è dato valore a terreni i quali prima non ne avevano; e che non è lontano il giorno in cui gli abitanti di Sanières potranno usufruire non solo del legname, che presentemente vi è molto scarso, ma anche dei fertili pascoli che cominciano a sostituirsi sotto l'ombra dei larici. Alle specie legnose ora coltivate per solo scopo di tutela del terreno, potranno in appresso vegetare anche altre specie più pregiate e più lucrose.

Capo XIV.

Perimetro di Riou-Chanal.

Dalla montagna detta la Petite-Cayolle, ad un'altezza di circa 2600 metri sul livello del mare, e dal versante opposto a quello ove trovansi le sorgenti del Var, discende una riviera torrenziale assai importante, detta Bachelard, che dopo un percorso di 26 chilo-

Digitized by Google

metri, si getta nell' Ubaye a poca distanza e al di sotto di Barcelonnette. Il corso di questa riviera torrenziale, i due promontori che si staccano l' uno dal punto culminante detto Tête-d'Aulan, comunemente Chapeau-de-Gendarme, l'altro dalla punta detta Pain-de-Sucre, e le vette del monte Aulan, formano una specie di trapezio, situato nel territorio del Comune di Uvernet, che è attraversato da altri quattro torrenti affluenti nella Bachelard, che sono la Combe, il Faudari, il Pichoun ed il Riou-Chanal.

I tre primi torrenti hanno dei bacini in forma d'una gran conca, ed attraversano scisti neri del terreno giurassico; questi bacini sono affatto nudi e solcati da un' immensa quantità di burroni e frane, i cui canali di scolo sono stretti e profondi. Il quarto, quello di Riou-Chanal, parte dalla sommità del monte detta Tête-d'Aulan (2688 metri), e forma alla altezza media di 2000 metri una gran conca, dalla quale discende, ora con pendenza dolce, ora con cadute quasi verticali.

La parte superiore del suo bacino fino a 2000 metri, è costituita da quelle marne compatte, che si chiamano *flish;* inferiormente vi sono delle marne nere e degli immensi ammassi di depositi provenienti da ghiacciai. Entrato nel suo canale di scolo, assai stretto, ma molto profondo, si precipita con una serie di cadute nella riviera torrenziale della Bachelard, nel medesimo punto ove si trova il villaggio di Uvernet (1180 m.), costruito sul cono stesso di questo torrente. Il suo corso è di circa 4 chilometri, ed ha una differenza di livello fra l'origine e lo sbocco di 1360 metri, che danno una pendenza media del 34 per cento.

Nello spessore del cono il torrente si è scavato un canale capace di contenere le acque anche di una piena ordinaria; ma quando per qualche accidente meteorologico, esse assumono un volume eccezionale, esce da quelle sue sponde basse e specialmente dalla sinistra: onde gli abitanti di Uvernet, per difendersi, costruirono una gran diga di pietra a secco, che quantunque solidissima potrebbe un giorno o l' altro essere scalzata, rotta od anche sorpassata da una piena, ed allora quel villaggio sarebbe inevitabilmente perduto. Non solo le case, ma anche le strade e le campagne, sono continuamente minacciate, e però i lavori di rimboschimento in questo bacino furono considerati come una vera necessità pubblica.

Questo perimetro venne istituito con decreto del 25 marzo 1863, assegnandogli una superficie di 229ᵉ 57ᵃ; ma successivamente, con decreto dell' 11 gennaio 1876, essendogli stata aggiunta un' altra porzione di terreno, venne portato a 384ᵉ 01ᵃ 05ᶜ. I lavori s' incominciarono coll' impianto d' una rete di vie, tali da rendere accessibili tutti i punti; e presentemente esse sono state condotte per 17,464 metri. S' impiantarono quindi dei semenzai volanti, che assorbirono fino al dicembre del 1885, 2235 chilogrammi di seme. Fin dai primordi della costituzione del perimetro si fecero pure delle seminagioni di larice sulla neve, ed a preferenza nei luoghi già inerbati, dove le novelle piantine avrebbero trovato una tutela immediata. L' abete rosso ed il pino cembro vennero seminati a buche, e s' impiegarono fino all' anno accennato altri 6906 chilogrammi di semi, e qualche volta venne anche eseguito il piantamento a mazzetti. Le piante latifoglie assorbirono 460 chilogrammi di semi nelle seminagioni a dimora e 569 in quelle nei vivai.

Nei piantamenti s' impiegarono 2,937,273 piantine di conifere, 1,413,530 di latifoglie, tutte provenienti da semenzai locali. Inoltre furono eseguiti piantamenti per cordoni orizzontali, con talee di salice, di pioppo e di pruni di Briançon (*Prunus Brigantiaca* Will., volg. Marmotta), per una lunghezza di 12,080 metri. La riuscita di questi piantamenti è eccellente, massime quelli di larice nella parte ovest del perimetro, ad un' altezza di 2080 metri: e su una superficie di oltre 15 ettari essi formano un bellissimo bosco, che trionfa nonostante che le nevi giungano ad un' altezza enorme, ed il terreno sia conti-

Digitized by Google

nuamente tormentato. Del resto il rimboschimento è completo sopra circa 128 ettari, e sopra un' altra porzione di 111 ettari non mancano che alcuni piccoli risarcimenti per ultimarlo.

I lavori di consolidamento del terreno consistono in 6 grandi traverse di muratura, 386 traverse rustiche di piccole dimensioni, 1279 graticci, 1135 fascinate sparse su tutte le vallate e depressioni della regione media e superiore del torrente. In tutti i punti poi nei quali minacciavano scoscendimenti, fu stabilito un sistema completo di fognatura per una lunghezza di 4223 metri.

Nelle costruzioni, quantunque non vi riscontriamo quelle opere colossali e numerose che così di frequente troviamo negli altri perimetri, tuttavia dobbiamo notare una grande traversa in muratura mista, costruita nella regione superiore del torrente nel 1874 e munita di controtraversa. Ed a questo proposito, è molto importante conoscere le circostanze che ne hanno determinato la costruzione, la quale ha trionfato felicemente di diverse vicende, mostrando fino a qual punto possa resistere siffatto genere di muratura, almeno nel paramento a valle, e quale sia l' ufficio di questi lavori.

Il perimetro comprende terreni che prima appartenevano a privati proprietari: la superficie era coperta d' un bel manto di prati, circondato da tutte le parti da terre nere molto rovinate e con fortissime pendenze. Il sottosuolo di questi prati è costituito da un ammasso di terre e pietre provenienti dalle rocce superiori (*flish*), mescolate ai detriti di terre nere ed a depositi di ghiacciai. Dal 1867 al 1872, su tutte le frane e burroni che circondavano questi prati, furono fatti lavori di correzione e di piantamenti; sui prati stessi furono piantati dei larici, e si sperava che quei terreni dopo pochi anni avrebbero cessato di tributare materiali di trasporto al torrente.

Nell' inverno dal 1872 al 1873 questa parte del perimetro in forma di cerchio o di gran conca, per effetto della straordinaria quantità di neve caduta, si trovò totalmente riempita; sicchè non appariva più la sua concavità, ma sembrava un piano inclinato. Nei primi giorni del giugno del 1873 i venti caldi cominciarono a sciogliere questa massa enorme di neve, che saturò il sottosuolo non stratificato, e lo rammollì per modo da farlo cedere e produrre uno scoscendimento; mentre le terre, ridotte allo stato di mota, scivolarono sul piano assai inclinato che presenta la roccia impermeabile, composta di marne nere del lias.

Per togliere siffatta condizione di cose e l' ulteriore pericolo, s' incominciarono a fare delle rotture nelle parti basse di questa specie di conca, a fine che l' acqua scolasse, e nell' autunno si piantarono parecchie migliaia di grosse talee di salice; nell' estate successiva (1874) fu costruita a valle di questa conca la grande traversa cui accenniamo, e che si trova segnata nella figura 77. La traversa è destinata a trattenere nella montagna questa immensa massa, che tendeva sempre a scoscendere, e che avrebbe indubbiamente distrutto il villaggio di Uvernet.

La posizione della traversa non poteva essere migliore, appoggiandosi da tutte le parti sulla roccia. Il corpo dell' opera è in muratura a secco; il paramento a valle e la corona sono rivestiti d' uno strato di muratura in calce idraulica di 80 centimetri di spessore, come pure la feritoia nella parte inferiore; la corona è in pietra da taglio. A 10 metri a valle si trova la controtraversa con una solidissima fondazione, costruita con pietra connessa con calce idraulica e colla corona in pietra da taglio.

La traversa misura un volume di 322 ^{mc}, 884, la controtraversa di 15 ^{mc}, 900, che costarono in tutto lire 7470, 82.

Nel 1876, in conseguenza della grande quantità di neve caduta nell' inverno, avvenne un secondo scoscendimento di terreno; una grande quantità di mota, terre, pietre, con

Digitized by Google

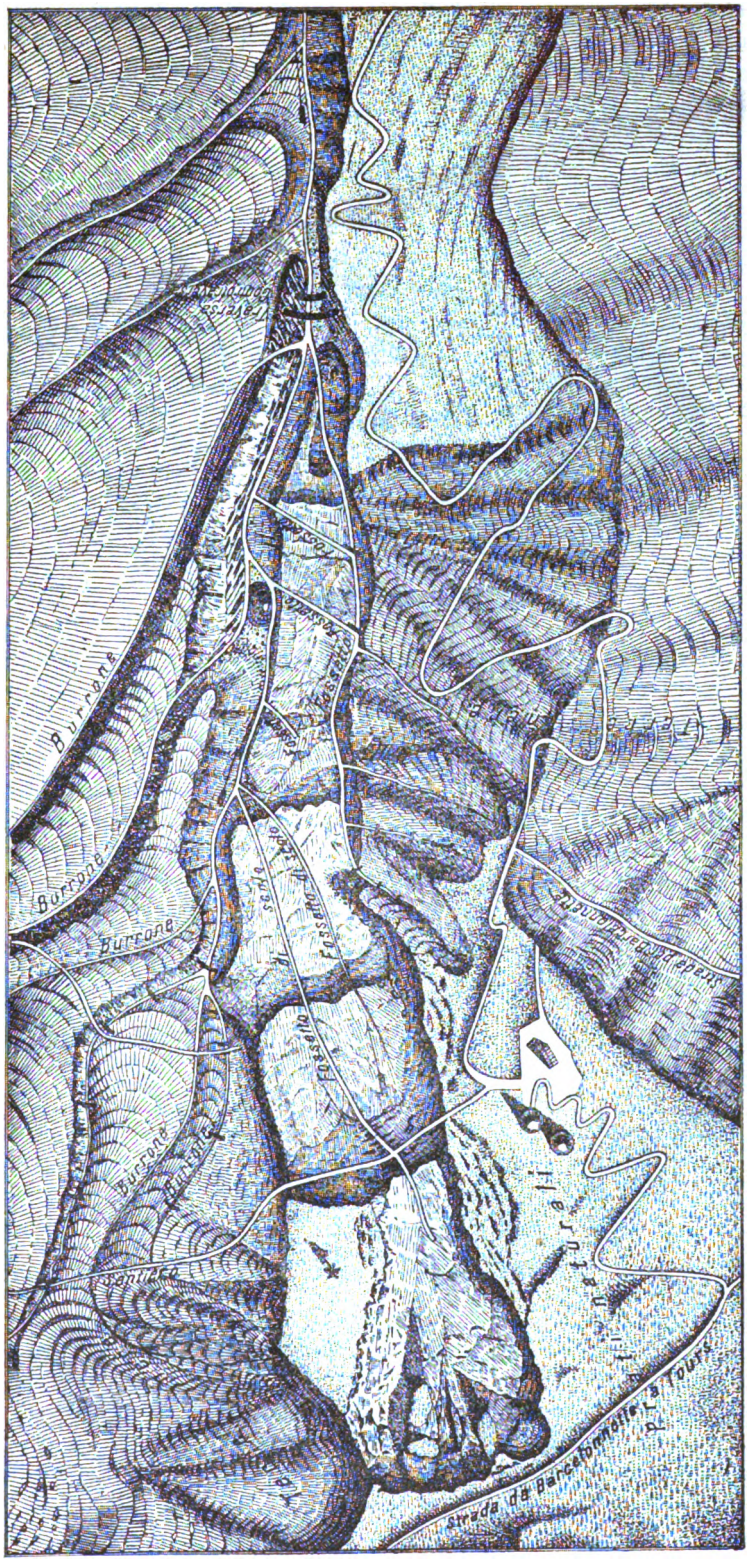


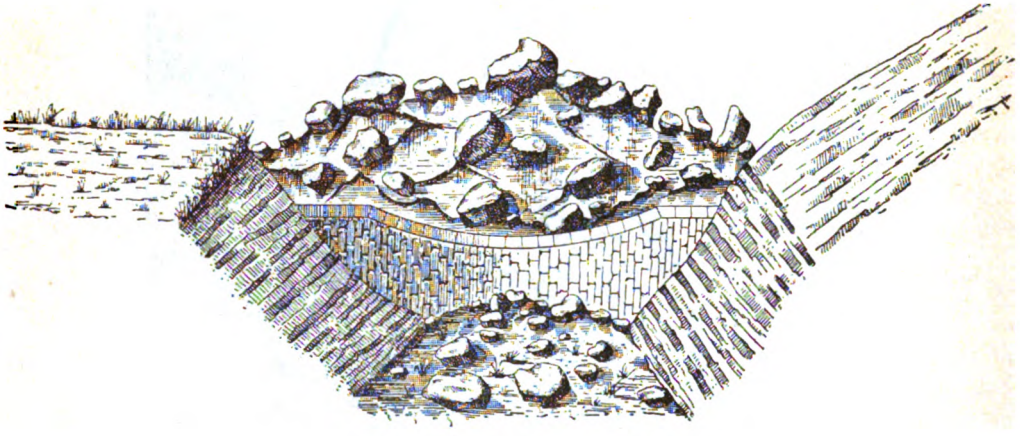
Fig. 77.

Scoscendimento avvenuto nel 1873 nel Perimetro di Riou-Chanal.

Digitized by Google

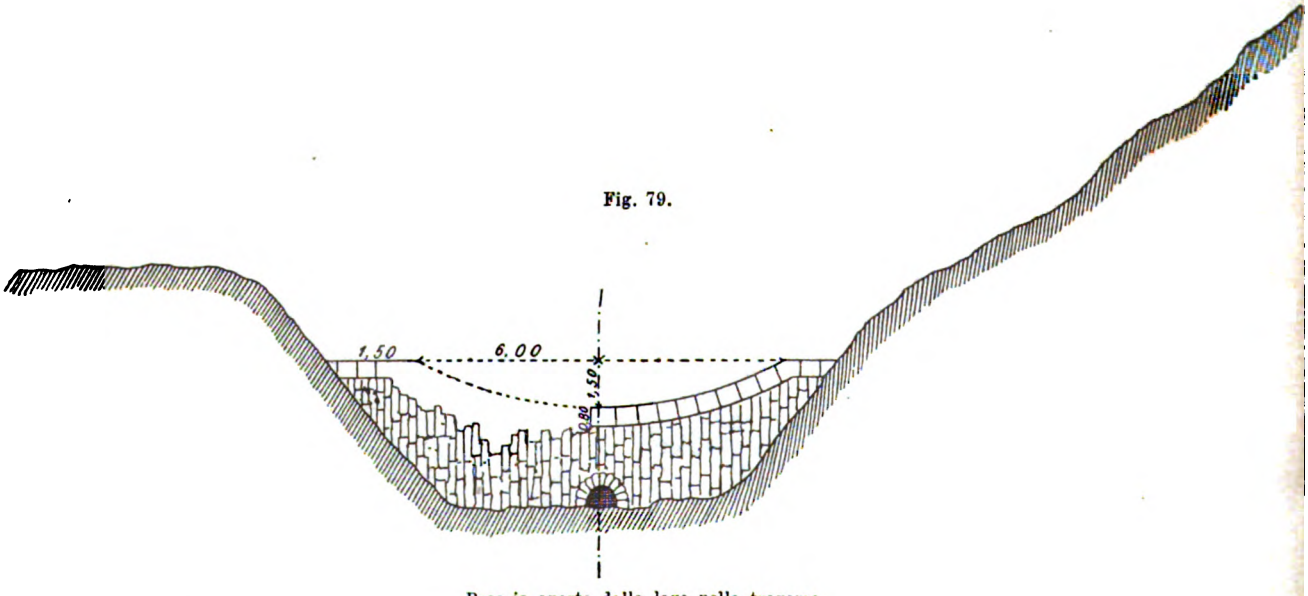
massi enormi di ghiaccio, passarono sulla traversa. Un blocco di pietra, scendendo rapidamente dalla scarpa che avevano prodotta a monte i materiali trasportati, produsse soltanto una piccola avaria (*Fig.* 78, 79), che fu tosto racconciata nella buona stagione. Questo fatto, ed il buono stato in cui si trova sempre la detta traversa, mostrano l' utilità e la

Fig. 78.



Aspetto della lava sulla traversa.

Fig. 79.



Breccia aperta dalla lava nella traversa.

resistenza del sistema di costruzione mista, di cui si è più volte parlato, e che è stato adottato dall' amministrazione francese nella correzione dei torrenti. La controtraversa è rimasta assolutamente intatta, nonostante i ripetuti urti di quelle correnti di lave e di pietre.

Digitized by Google

I lavori di questo perimetro importarono, in complesso, una spesa, fino al 31 dicembre 1885, di lire 339,638, 76, distribuite come segue:

Strade e sentieri	L.	14,534, 65
Vivai		12,065, 25
Traverse		98,998, 24
Graticci		41,506, 37
Fascinate		11,891, 53
Inerbamenti		20,116, 42
Seminagioni e piantamenti		86,121, 58
Lavori idraulici		22,306, 50
Lavori diversi, trasporti, vigilanza, capanne, ec.		32,098, 22
Totale	L.	339,638, 76

Capo XV.

Perimetro di Saint-Pons.

Il perimetro più grande di rimboschimento e di correzione delle Basse Alpi è incontestabilmente quello di Saint-Pons, che ha una superficie di ettari 1811, 41, situato tutto nel Comune di Saint-Pons. Questo Comune si trova all'ovest di Barcelonnette, sulla riva destra dell'Ubaye, e sul declive meridionale di quella gran catena di monti che separa il bacino di questa riviera da quello della Durance. La strada nazionale N. 100 da Montpellier a Cuneo attraversa su questo solo territorio quattro grandi coni di deiezione, formati dai quattro torrenti della Vallette, di Saint-Pons, del Riou-Bourdoux e della Bérarde.

Il torrente della Vallette ha le sue origini molto al di sotto della vetta della montagna, sul fianco di un contrafforte poco elevato, ed ha un corso di soli due chilometri.

Quello di Saint-Pons scende invece quasi direttamente e quasi in linea retta della cresta principale, ed è separato dal precedente da una cresta acuta, stretta anche alla base, cosicchè i loro coni si toccano. Il corso di questo torrente è di cinque chilometri; il bacino è piccolo, ma assai dannoso, perchè si trova tutto sulle marne e con pendenze fortissime. Il villaggio di questo stesso nome è continuamente minacciato, giacendo sul cono stesso.

Il Riou-Bourdoux è il torrente più importante, celebre anche per le sue devastazioni, e si trova in piena attività. Le sue sorgenti sono a 2800 metri circa, e dopo un corso di sei chilometri si getta nell'Ubaye a 1103 metri d'altezza sul livello del mare; la sua pendenza media è quindi del 28 per cento in circa. Esso può considerarsi appartenente al tipo dei torrenti composti, mentre invece quello di Saint-Pons e della Bérarde appartengono ai torrenti semplici.

Il quarto torrente è quello della Bérarde, che ha un cono unito per un lato a quello del Riou-Bourdoux, più alto, ma meno spiegato. È pur esso in piena attività, ma il suo bacino è molto piccolo.

Oltre a questi quattro grandi torrenti, se ne incontrano nel loro intervallo altri tre, che hanno un corso più breve, da 600 a 1000 metri, scavati nelle marne nere della formazione del lias, molto pericolosi per le culture e le abitazioni della vallata; essi sono il Saint-Bernard, la Lauze ed il Peissier.

Digitized by Google

Noi non ci occuperemo che dei lavori eseguiti nel più importante di questi torrenti, il Riou-Bourdoux, nel quale sono per ora stati concentrati tutti gli sforzi; e taceremo dei lavori da eseguirsi nella Bérarde, per la quale è in corso una proposta speciale di correzione e rimboschimento.

Torrente di Riou-Bourdoux.

Il bacino di ricevimento di questo torrente si spinge fino all'altezza di 2400 metri, dove trovansi ancora, ma solo in questo luogo, dei terreni appartenenti alla formazione terziaria. Appena questo torrente ha incominciato a formarsi, s'incassa profondamente, ricevendo durante il suo corso una grande quantità di affluenti tutti chiusi fra sponde quasi a picco, di una altezza che giunge qualche volta a 100 metri, e la maggior parte de' quali sarebbero torrenti già per sè terribili.

Esso è in piena attività, e nella parte centrale del suo corso corrode continuamente le sponde. Siccome poi il terreno si trova già suddiviso da molte profonde solcature, penetrandovi le acque provenienti dallo sciogliersi della neve, si producono degli scoscendimenti che qualche volta assumono proporzioni enormi. Questo fenomeno si presenta su tutte e due le sponde e spesso contemporaneamente; onde le acque, obbligate a scavare il loro letto in mezzo a queste terre, s'intorbidano e si addensano in guisa, che tanto pel modo di avanzarsi, quanto pel colore, rassomigliano alle lave dei vulcani.

La strada nazionale N. 100 attraversa il cono di questo torrente per un tratto di tre chilometri. La superficie del cono è di 240 ettari, dei quali 80 soltanto sono coltivati od occupati da case; il resto non ha tracce di vegetazione e presenta aspetto squallido e desolante, giacchè le lave, in ciascuna piena del torrente, vi scorrono ora sopra una faccia ora sopra l'altra, distruggendo ed interrompendo le comunicazioni, le quali per essere ristabilite esigevano sempre delle somme non indifferenti.

I danni prodotti dal torrente di Riou-Bourdoux si rendono ancora più grandi, quando le sue piene coincidono con quelle del torrente Bachelard, che si trova sulla riva opposta dell'Ubaye. Allora le acque e le materie, che essi trasportano, tendono ad arrestare questa riviera, e si produce a monte un rigurgito il quale minaccia spesso anche la città di Barcelonnette.

Lo studio del torrente del Riou-Bourdoux fu impreso con quello di tutto il perimetro fin dal 1866, nel quale anno l'esperienza fatta sulle altre località aveva fatto conoscere gl'inconvenienti della formazione d'un perimetro troppo piccolo, che cioè non abbracciasse tutti i pascoli d'un medesimo Comune. La proposta rispetto al pascolo era completa, e non aveva incontrato grande opposizione; ma il 16 agosto 1868 in conseguenza d'un uragano straordinariamente violento, il Riou-Bourdoux distrusse 15 ettari di terre coperte del più bel grano; e gli abitanti di Saint-Pons presentarono allora al Conservatore delle foreste una petizione, colla quale imploravano l'esecuzione immediata dei lavori progettati due anni prima. Il 1° settembre successivo fu approvato il decreto, atteso con impazienza, che dichiarava i lavori in questo perimetro come di utilità pubblica.

Esso comprende 1702ᵉ 44ᵃ 99ᶜ, dei quali una parte sono antichi pascoli, un'altra è costituita da terreni scistosi, affatto nudi, e 46 ettari circa sono occupati da' letti dei torrenti. Per facilitare il transito, s'incominciò subito a rendere accessibili tutte le parti del perimetro col mezzo di strade e sentieri, che oggidì contano 67,897 metri; si impiantarono dei semenzai volanti, dai quali si ebbero e si hanno ogni anno le piante che occorrono pei rimboschimenti.

I lavori di consolidamento del terreno consistono: 1° nella costruzione di 16 traverse

Digitized by Google

principali di muratura mista; 2° in 386 traverse rustiche; 3° nell'impianto di 1279 graticci e 1135 fascinate, disseminati su una grande estensione del perimetro; 4° nella costruzione d'una rete di canali di fognature, e cioè 8592 metri tra canali principali e secondari.

A fine di avere il materiale necessario per la costruzione dei graticci e delle fascinate, l'amministrazione forestale coltiva a salici da parecchi anni, sul terreno inondato dall'Ubaye, 26 ettari di superficie, facendovi degl'importanti lavori per rialzarlo e fertilizzarlo.

Nel rimboschimento furono collocate a dimora 5,896,490 piantine di specie resinose, 2,491,613 di latifoglie, ed una grandissima quantità di talee; furono adoperati 5880 chilogrammi di semi di larici, di pezzi, di pino cembro e di pino uncinato; e nei semenzai volanti, 10,900 chilogrammi di seme di conifere e 9366 di latifoglie.

I lavori che rimangono ancora da eseguire in questo perimetro consistono nel rimboschimento di 675ᵉ 54ᵃ 95ᶜ e nel risarcimento di altri 318 ettari.

I lavori eseguiti fino al 1885 inclusive costarono lire 868,768, 76, impiegate nei seguenti titoli:

Strade e sentieri	L.	41,566, 00
Vivai		88,897, 71
Traverse		290,129, 80
Graticci		97,113, 41
Fascinate		20,589, 75
Inerbamenti		51,982, 69
Seminagioni e piantamenti		154,872, 99
Lavori idraulici		51,869, 02
Lavori diversi, trasporti, vigilanza, capanne, ec.		71,747, 39
Totale	L.	868,768, 76

I lavori fatti in questo perimetro sono assai importanti; ma trovandosi distribuiti sopra una così grande estensione, per avere dei risultati i cui effetti siano sensibili, occorrono ancora parecchi anni. Tuttavia si possono già notare dei terreni resi stabili, delle pendenze fatte più dolci, dei burroni nei quali il letto è già rialzato, la velocità delle acque diminuita, ed i trasporti di materiali alquanto ridotti. Allorquando i lavori saranno compiuti, vale a dire fra otto o dieci anni, sarà guadagnato all'agricoltura il cono di deiezione, che ha una superficie di 400 ettari; saranno protetti i campi ed i prati, che furono finora minacciati per una superficie di 250 ettari; parecchie case tanto sui monti quanto sul cono saranno rese sicure; saranno restituiti parecchi altri terreni ad un pascolo ben regolato ed alla silvicultura; le comunicazioni non saranno più interrotte; saranno diminuite le spese di manutenzione delle strade, e Barcelonnette non sentirà più i pericoli che di tratto in tratto minacciavano la sua esistenza. Tutti questi beneficii, anche se costassero in fine dei lavori più di un milione di lire, renderanno un compenso che si può valutare, senza tema di esagerare, pei soli terreni guadagnati all'agricoltura od assicurati, ad oltre due milioni; non contando poi la sicurezza delle popolazioni e molti altri vantaggi economici.

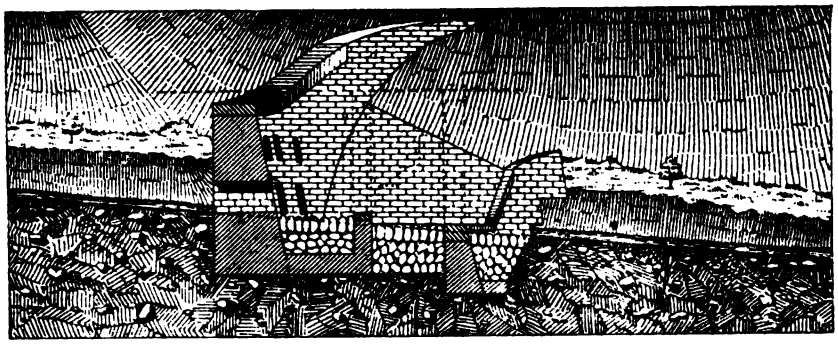
Prima di chiudere il nostro breve riassunto sulle circostanze verificate nei lavori sul torrente di Riou-Bourdoux, vogliamo fare un cenno su una delle più interessanti costruzioni, cioè della traversa N. 1, eseguita nel 1882, e descritta anche in una nota della 2ª edizione dell'opera citata del signor Demontzey. Essa è la base di tutto il sistema di correzione di questo torrente, ed è destinata a produrre un grande interrimento su una

Digitized by Google

lunghezza di 1200 metri, che col mezzo delle successive costruzioni secondarie si potrà spingere ancora più oltre, allargando la sezione del letto e consolidando le scarpe. Questa colossale traversa, costruita nel mezzo della gola del torrente, è tutta a calce idraulica, ha 8 metri di altezza di sopra dal letto, una lunghezza sviluppata di metri 83,50, uno spessore alla corona di metri 3,20; le fondazioni hanno un'altezza di 4,50, e la scarpa a valle $^1/_5$.

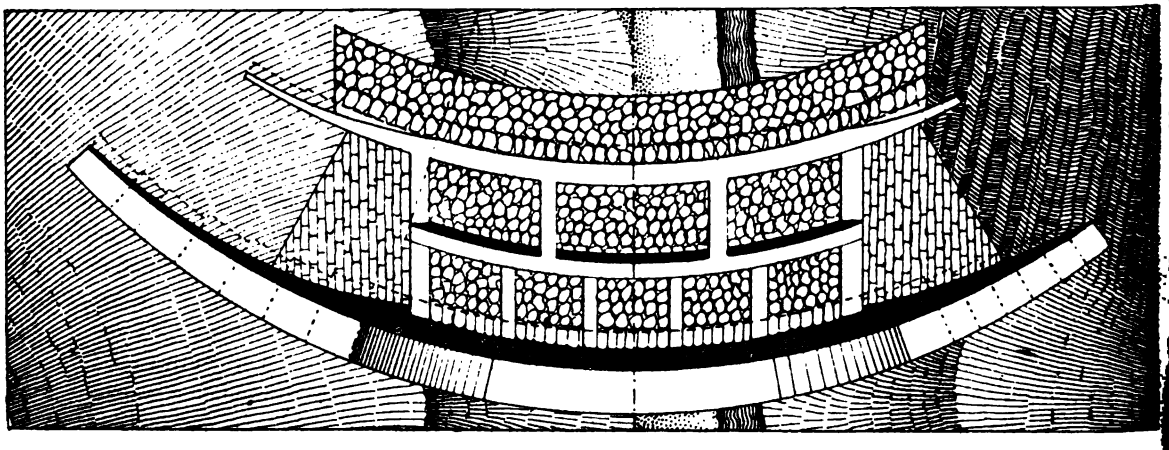
Questa traversa, rappresentata nelle figure 80, 81, 82, 83, è come divisa in due piani: nel superiore vi sono sei grandi feritoie, nell'inferiore cinque, che sono destinate a lasciar

Fig. 80.



Traversa N. 1 costruita nel torrente Riou-Bourdoux; sezione fatta secondo l'asse.

Fig. 81.



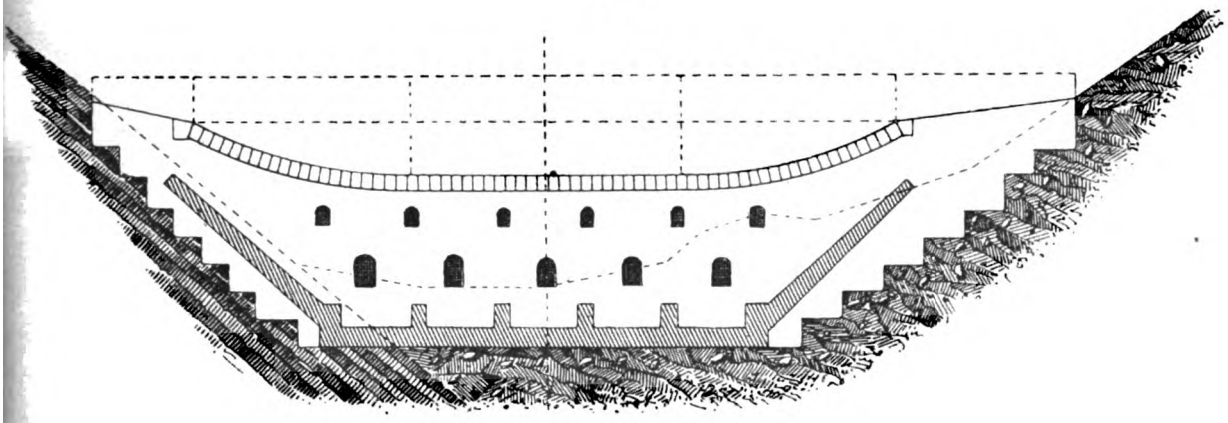
Pianta dell'insieme dei lavori della traversa N. 1 nel torrente Riou-Bourdoux.

passare soltanto le acque e le materie in sospensione o minute; e perciò a monte di esse trovansi delle grosse sbarre di ferro, formanti una specie d'inferriata che trattiene i materiali più grossi. In un'opera importante di questo genere, si dovevano pure prendere delle precauzioni per impedire la corrosione della platea, quando l'interrimento fosse completo, trattandosi allora di una caduta d'acque da un'altezza di 8 metri. Perciò è stata costruita una controtraversa al di sotto della platea ed a 17 metri dal piede del

Digitized by Google

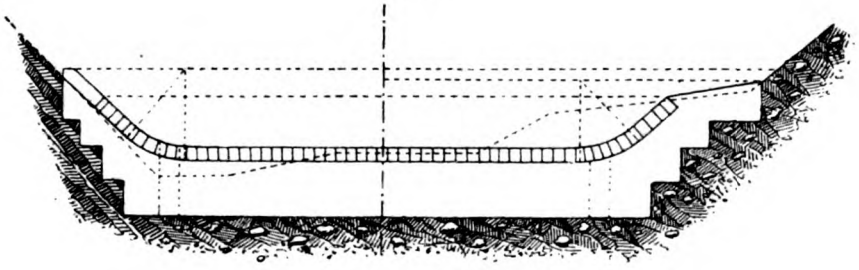
paramento a monte della traversa. Come si vede nella figura 83, il centro della corona è piano, e trovasi un metro più basso della soglia dell' apertura centrale della traversa. La platea è divisa nel mezzo, e parallelamente alla traversa e controtraversa, da un muro, la cui corona in pietra da taglio è di 40 centimetri più bassa della soglia dell' apertura centrale. La zona di platea, che trovasi in contatto col piede della traversa, è suddivisa

Fig. 82.



Alzato della traversa, toltene le terre.

Fig. 83.



Alzato della controtraversa, toltene le terre.

ancora in cinque parti uguali, corrispondenti ai cinque grandi acquedotti, col mezzo di muri paralleli all' asse e che hanno un metro di spessore; la seconda zona di platea poi è divisa in tre parti eguali.

I muri di divisione si trovano colla loro corona al medesimo livello della sommità della controtraversa; cosicchè è soltanto l' anello che è elevato di 60 centimetri di sopra da questa. L' intervallo compreso fra questi muri, che dividono la platea in otto scompartimenti, è coperto da grossi massi a livello del muro, connessi e formanti un solo corpo, avente nella prima zona una fondazione di muratura. Nella seconda zona questi massi non hanno al di sotto la fondazione in muratura, come nella prima; ma il piano che essi formano, è un po' più alto della corona della controtraversa, e più basso però della corona del muro.

Per dare una grande stabilità alla controtraversa, la sua fondazione è stata prolungata da un muro di due metri di lunghezza e di un metro di spessore, che sopporta una forte lastricatura di massi (*Fig.* 80, 82), incassata in una fossa avente pareti a 45°.

Digitized by Google

A dritta ed a sinistra della platea sono dei muri di rivestimento, inclinati del 90 per cento (*Fig.* 80, 81).

La disposizione e le dimensioni delle diverse parti di questa importante costruzione sono tali da assicurare la sua durata e rendere in ogni caso facile la manutenzione; e tali precauzioni erano indispensabili, trattandosi d'un'opera che è la base di tutto il sistema di correzione di questo terribile torrente. Ora aggiungeremo alcuni altri particolari, che serviranno a chiarire ancor meglio lo scopo delle disposizioni adottate.

Parlando in generale della forma della corona, abbiamo accennato ad una che è appunto quella stata adottata nel torrente di Riou-Bourdoux. Essa è orizzontale nel mezzo e per una lunghezza di 20 metri, e termina all'estremità con due archi di cerchio simmetrici, tangenti alla porzione orizzontale. Tale forma è stata assunta a fine di distendere più che fosse possibile le acque, diminuendo così la loro forza. La platea poi forma due gradini piani, aventi una larghezza di 33 metri fino ai muri di rivestimento, in guisa che le acque, cadendo dall'altezza di 8 metri e da una bocca di 20 metri di larghezza, trovano spazio sufficiente per espandersi e per diminuire la loro velocità. Infine, uscendo dalla corona e cadendo da un'altezza di altri 60 centimetri, vanno sopra un secondo ripiano, perdendo il resto della loro velocità, e quindi abbandonano la corona della controtraversa, riprendendo poi la velocità, che è dovuta alla pendenza del letto che percorrono. Con tali disposizioni, anche il rigurgito prodotto nella caduta non può avere assolutamente alcun effetto dannoso.

Esaminiamo ora ciò che potrebbe accadere in una piena straordinaria, più grande anche di quella che ha servito a determinare l'area della sezione d'efflusso della traversa. Il suo primo effetto sulla platea sarebbe quello di spostare i massi del lastricato; ma avendo questo uno spessore di metri 5,50, non è possibile che vengano tutti sollevati, perchè l'acqua arriva su di essi appunto dopo aver perduta una gran parte della sua velocità. Supponendo anche che fossero smossi e trasportati, abbiamo ancora i muri di fondazione nella prima zona della platea, ed il muro di prolungamento della fondazione della controtraversa; e nel caso più sfavorevole, che questi massi fossero trasportati via nonostante siano incastrati fra muri, non rimarrebbe mai esposta a pericolo la costruzione principale, e tutt'al più si potrebbe trattare di rifare il pavimento della platea.

La spesa stanziata per questa immensa traversa fu di lire 121,656, ma effettivamente non costò che lire 100,974, essendosi ottenuto un risparmio del 17 per cento circa. I prezzi medi, che servirono di base per la compilazione della proposta, furono i seguenti:

Muratura in pietra da taglio	M. c.	210	a L.	51, 00
» ordinaria		4477,5	»	20, 00
Lastricato di massi sbozzati		1023	»	8, 00
Scavo delle terre		5172	»	1, 30
» colle mine		909	»	3, 80
Muratura in calcestruzzo		52	»	20, 00
Collegamenti con catene di ferro	M.	74	»	12, 50

Digitized by Google

Capo XVI.

Perimetro di Seyne.

All' est della piccola città di Seyne àvvi un nucleo di montagne colle vette alquanto elevate e ripide, il quale non è altro che il ramo nord-ovest della catena principale delle Alpi, che separa il bacino dell' Ubaye da quelli della Timée, del Var, del Verdon, della Bléone e della Blanche. Tanto la Blanche quanto l' Ubaye sono due affluenti della Durance; ma il secondo si getta, a cinque chilometri più alto del primo, sulla sinistra della riviera.

Il declivio che s' immerge nel bacino della Blanche, e che si trova fra il picco d'Aiguillette (2610 m.), e quello di Dormeilloux (2510 m.), che termina la catena, si chiama *Travers de-la-Colle*. Questa porzione di territorio, tutta situata nel territorio di Seyne, che era quasi affatto nuda, presenta diverse ondulazioni, ed è attraversata qua e là da parecchi solchi profondi. Essa costituisce un complesso di bacini d' un gran numero di torrenti, che si riuniscono insieme formando due rami principali, quello della Vallette e quello della Petite-Blanche; il primo dei quali si scarica nella Blanche quattro chilometri al di sotto, il secondo due chilometri al di sopra, di Seyne. La superficie di questo territorio, che costituisce il perimetro, è di 1311ᵉ 33ᵃ 59ᶜ; apparteneva per $^3/_4$ al comune di Seyne, e pel resto a privati proprietari, i quali furono espropriati mediante un compenso di 22,000 lire; ed ora è tutta proprietà dello Stato.

La parte superiore del bacino della Petite-Blanche presentava una volta florenti pascoli; e poco prima degli attuali lavori, appena se ne scorgeva qua e là soltanto la traccia. Si riscontrano terreni a grandi movimenti, che in alto formano dei grandi cerchi, in basso delle gole profonde e strette: i torrenti vi sono poco numerosi, ma portanti sempre acqua; le loro sponde poi sono nude e ripide, specialmente dove trovansi le terre nere.

Nella regione della Vallette mancava affatto la vegetazione erbacea, ed abbondavano invece quegli ammassi di pietre che abbiamo veduto chiamarsi *clappes*: il terreno è poco ondulato nella parte superiore, assai accidentato nell' inferiore, con frequenti burroni e frane, che sono quasi sempre senz' acqua.

Prima che la legge dell' 8 luglio 1860 venisse promulgata, il comune di Seyne era in apprensione del pericolo nel quale si trovava per la mancanza di boschi e di pascoli, e riconosceva la necessità di rimboschire questi vasti declivi. Seguendo l' esempio di alcuni Comuni del medesimo dipartimento, fin dal 1845 aveva invocato di sottomettere questi terreni al governo forestale, e lasciato por mano ad un principio di rimboschimento, sperando che in breve tempo si sarebbe allargata la grande impresa di coprire di vegetazione le sue montagne affatto spogliate. Ma tali speranze svanirono ben presto, perchè quella montagna fu sciolta dal vincolo forestale, ad eccezione di una piccola porzione di 94 ettari, che era per così dire un saggio di rimboschimento, eseguito da un brigadiere locale.

Il progetto di rimboschimento, compilato nel 1861, per cura dell' amministrazione forestale e per l' applicazione della legge del 1860, fu accettato a maggioranza dal Consiglio municipale di Seyne, e venne dichiarato di utilità pubblica con decreto del 2 aprile 1862. Il Comune poi lasciò allo Stato l' esecuzione dei lavori; e questo espropriò altresì 317 ettari di terreni appartenenti a privati, fissandone il prezzo in lire 22,000. Presentemente sono stati convertiti a bosco, compresi i 94 precedenti, 1300 ettari; ed i torrenti assai dannosi della Petite-Blanche e della Vallette sono quasi totalmente rimboschiti.

Digitized by Google

Prima di descrivere i lavori molto importanti stati eseguiti in questo perimetro, daremo alcune notizie sulla sua posizione geografica, sulla qualità del terreno e sul clima; le quali notizie sono indispensabili per giudicare del metodo di cultura adottato dall'amministrazione forestale francese e delle difficoltà incontrate.

L'altezza di questi monti è fra i 1500 e i 2700 metri; il terreno appartiene alla formazione giurassica, e si trovano sulle vette rocciose dei grès, mescolati col calcare, riposante sulle marne nere del lias; tali rocce si scoprono in tutte quelle numerose solcature fatte dalle acque.

Il Travers de-la-Colle si può considerare diviso in tre zone ben distinte. La prima, o zona superiore, che corrisponde alla vegetazione del pino cembro, ha una superficie di circa 445 ettari; e a cominciare dalla sommità, che oltrepassa i 2100 metri, offre pendenze scoscese press'a poco uniformi, coperte da pietre di tutte le dimensioni, provenienti dalla disgregazione delle rocce superiori.

La seconda zona, o media, incomincia a 1900 metri scendendo fino a 1700, ed è specialmente favorevole alla vegetazione del larice: le pendenze sono meno ripide ed il terreno meno ingrato.

La terza zona, o zona inferiore, compresa fra i 1400 e i 1700 metri, occupa tutta la parte bassa del perimetro: ha pendenze ancor meno ripide, ed un suolo ancor meno ingrato, sul quale possono prosperare, secondo i casi, i pini ed i pezzi: il terreno è ondulato con declivi rivolti alternativamente a nord ed a sud.

Questa regione è specialmente battuta da venti gagliardi, non ha alcun riparo dalle montagne vicine, il clima è rigido, gli sbalzi di temperatura forti e frequenti; nel terreno predomina il calcare, ed il suolo è affatto nudo. Tali condizioni, estremamente sfavorevoli alla vegetazione e specialmente alle giovani piante, dovevano imporre all'amministrazione forestale le più grandi cure e la maggiore perseveranza; tanto più che non si avevano esperienze locali sopra i rimboschimenti, tranne una seminagione a getto di pini silvestri fatta nel 1846 da un brigadiere e che aveva dato ottimi risultati. Sul fondamento di questa sola esperienza, negli anni 1862 e 1863 fu percorso tutto il perimetro con una seminagione a getto, e nel 1864 esso si considerava già come compiutamente rimboschito. Di questo errore non tardò l'amministrazione ad accorgersi; e dopo qualche anno (1867), distinguendosi meglio i luoghi dove la seminagione era riuscita e dove fallita, riprese il rimboschimento col mezzo di piantagioni dovunque si trovarono dei vuoti.

Quella mala riuscita non fu infeconda di ammaestramenti: essa dimostrò che la seminagione non riesciva se non là dove il terreno era già coperto da una vegetazione erbacea; e che dove il terreno era nudo, essa non offriva alcun risultato sodisfacente. Si comprese meglio come le azioni del gelo e del disgelo, susseguite poi dalla siccità estiva, dovessero essere funeste a quelle piantine provenienti dalla seminagione a getto. Invece le piantagioni fatte in luoghi diversi, quantunque poche, avevano dato un risultato eccellente. Si abbandonò quindi la seminagione a getto, la cui economia aveva fino allora illuso, e si abbandonò anche quella a buche od a strisce, che era pure stata adoperata, per attenersi esclusivamente alla piantagione.

Dal 1862 a tutto il 1865 la seminagione costituiva la regola, e la piantagione un'eccezione, ed i lavori d'arte si riducevano a ben poca cosa. Col 1867 incomincia un altro periodo, nel quale s'inverte il metodo fino allora seguito. In fatti s'impianta sul luogo del rimboschimento una grande quantità di semenzai, si fanno dei numerosi piantamenti su terreni preparati e seminati di piante erbacee, si aprono delle strade e sentieri che facilitino l'accesso ai diversi punti del perimetro, si costruiscono capanne di ricovero per gli operai, traverse, graticci, fascinate.

Digitized by Google

La costruzione di strade rende non solo più comodi e più facili i trasporti, ma più economico il piantamento e più efficace la vigilanza. Le capanne offrono un ricovero ai lavoranti, risparmiano la fatica di lunghi tragitti, dopo i quali non si può lavorare con molta energia. Anche l'utile che può ritrarsi dal bosco coi diradi, che somministrano materiali per la costruzione dei graticci o delle fascinate, dipende in gran parte dalle buone condizioni del trasporto; onde non si può mai abbastanza raccomandare lo studio d'una buona e comoda distribuzione delle strade. In questo perimetro le strade si svolgono presentemente con una lunghezza di 57,967 metri, e venne combinato in modo che esse possano un giorno servire per isgombrare il legname delle tagliate.

I lavori di correzione, eseguiti fino ad ora, consistono in 928 traverse rustiche, 2309 graticci, 5317 fascinate. Inoltre, 5095 metri lineari di canali di fognature, e 4822 metri di chiudende.

In complesso, questi lavori fino ad ora hanno importato una spesa di lire 688,463, 20, e cioè 99,591 per strade e sentieri, ossia lire 1,71 per metro corrente; lire 46,749, 93 per semenzai; lire 56,112 per inerbamenti; lire 124,429, 32 per semente; lire 179,764, 20 per piantamenti: invece per la costruzione delle traverse furono spese sole lire 38,482, 74, per i graticci lire 42,441, 76, per i lavori idraulici lire 10,984, 28, e per le capanne di ricovero, spese di trasporti, acquisti d'attrezzi e chiudende, soltanto lire 53,833, 96. Il resto in lire 36,074, 01 venne speso in lavori di silvicultura, sorveglianza ed altre piccole opere diverse. I lavori che rimangono da fare, per compire la correzione ed il rimboschimento di questo perimetro, non ammontano ad una grande spesa, in relazione ai beneficii che apporteranno.

Non v'ha dubbio che in queste cifre deve parere un po' esagerata la spesa pel rimboschimento; ma si deve riflettere che fu giocoforza passare per un periodo di tentativi, poichè non si avevano ancora dati sufficienti e sicuri sul valore relativo dei diversi metodi di cultura. Tuttavia tenendo conto di questo, delle difficoltà incontrate, e dovute a circostanze indipendenti affatto dall'uomo, l'apparente eccesso di questa spesa scompare. Più che altro poi, devesi tener conto dei risultati che confermano le previsioni fatte sull'utilità dei lavori impresi.

Per dare un'idea dei risultati che si possono conseguire col rimboschimento, quando la specie legnosa è adattata al terreno, all'altezza ed al clima d'un paese, riportiamoci ad una veduta fotografica (*Tav.* I), eseguita nel 1877 da Gayffler. Vi si distinguono bene nel primo piano e sopra una superficie considerabile, dalla base fino al vertice del pendio, le piantagioni di pino uncinato fatte nel 1867 per strisce orizzontali e risarcite nel 1869. Esse costituivano fino d'allora un rivestimento completo, senza interruzione di radure.

Questa foresta è attraversata da una strada carrozzabile, destinata a facilitare un giorno lo smacchiamento del legname. Sulle scarpe della strada furono sparsi dei semi di piante erbacee; e dopo che queste si furono assodate, vi si piantarono a mazzetti dei pini di due o tre anni. Nella seconda svolta, salendo la strada a sinistra, si trova una zona lunga e stretta d'una tinta biancastra, che scende secondo una linea di massima pendenza, ed è l'estremità inferiore di un ammasso di rocce e pietre (*clappes*), fra le quali furono in quel tempo piantati dei pini di tre o quattro anni.

Di là dalle piantagioni del primo piano si presentano le montagne della vallata del torrente di Faut, dominata da una vetta acuta a guisa di un triangolo, detta l'Aiguillette (2610 m.). Il pendio esposto al nord di questa vallata è in parte coperto da boschi di larici. Nel piano che si stende alle spalle di questa montagna, si eleva un altro gruppo di montagne coperte qua e là di neve; ed è la Roche-Close (2763 m.), chiamata la Grande-Montagne. La vallata poi compresa fra il pendio rimboschito di Faut, e che ha la sua origine fra la Grande-Montagne e l'Aiguillette, è quella della Petite-Blanche.

Digitized by Google

La fotografia, rappresentata nella tavola II, fu presa nel 1885 dal medesimo punto di stazione nel quale era stata presa la precedente da Gayffier; ed è molto opportuna per dimostrare l'ottimo risultato dei lavori eseguiti in una porzione del perimetro di Seyne. Come si vede, l'aspetto di questa regione è totalmente mutato: alle rocce nude ed agli ammassi di pietre è succeduto florentissimo bosco.

Non sarà senza importanza il conoscere almeno sommariamente il metodo seguito nelle seminagioni e nei piantamenti in questo perimetro; il qual metodo è pur quello stato adoperato in grandi proporzioni anche nei rimanenti rimboschimenti, e sanzionato dall'esperienza di questi ultimi trent'anni.

Nei luoghi in cui è necessaria la preparazione del terreno, questa varia a seconda della sua natura e del clima nel quale si opera. L'esperienza ha qui dimostrato che tale lavorazione preventiva è tanto più necessaria, quanto più il clima è secco e quanto più il terreno per la sua natura e per la sua esposizione soffre la siccità. Quanto alla natura dei terreni, i calcari ritengono meno l'umidità degli altri; e perciò non solo esigono una lavorazione, ma altresì più profonda.

E poichè la preparazione più o meno profonda del terreno è tenuta grandemente utile allo sviluppo delle piante, resterebbe a vedere quale dei modi usati in silvicultura conviene adottare, cioè se la cultura di tutto il terreno, oppure in parte, se coll'aratro, od a braccia d'uomo. Non v'ha dubbio che la lavorazione a braccia d'uomo è qui, per le condizioni del terreno, la più conveniente; ed il piccone, come quello rappresentato nelle figure 84 e 85, è l'arnese che basta per tutte le necessità, per la preparazione del terreno e pel piantamento, e che ha dato i migliori risultati; esso non pesa, immanicato, che 4 chilogrammi.

Fig. 84.

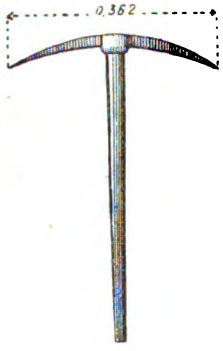


Fig. 85.

Essendo la spesa per la cultura a braccia d'uomo piuttosto elevata, è necessario diminuire più che sia possibile la superficie da lavorare per ogni ettaro. Il metodo per strisce alternate od orizzontali sembrerebbe, a primo tratto, il migliore per la regolarità, e per la certezza che le acque piovane si raccolgono a beneficio delle giovani piante; ma essendo difficile di tenerle perfettamente orizzontali se non con un soprappiù di spese, e per evitare il pericolo che le acque si accumulino in alcuni punti ed abbiano a produrre delle rotture nel terreno, si preferisce tenere le strisce spezzate, di 5 o 6 metri di lunghezza, separate fra loro nel senso della loro lunghezza orizzontale di 1,50 a 2 metri ed anche 3 metri, e disposte in modo che la linea superiore coincida col centro dello spazio lasciato vuoto nella linea inferiore.

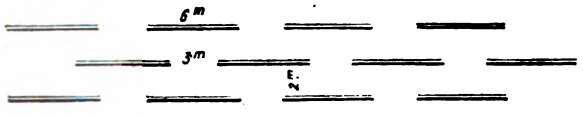


Fig. 86.

La distanza delle strisce, presa normalmente alla loro lunghezza, è in media di 2 metri. La larghezza poi della striscia dipende dall'inclinazione del terreno; nelle pendenze ordinarie, si fanno da 50 a 60 centimetri, nelle più ripide 40 ed anche 30 centimetri: la profondità, da 40 a 50 centimetri. Il terreno così preparato presenta la disposizione indicata nella figura 86, nella quale i numeri corrispondono alle dimensioni ordinariamente adottate e riconosciute più vantaggiose.

Questa disposizione a strisce spezzate ed alternate, sebbene vantaggiosa per la minor superficie per ettaro, per la regolarità della loro distribuzione, pel loro tracciamento

Digitized by Google

facile sul terreno, per l'interruzione del corso delle acque di pioggia ec., tuttavia non si adopera che nei casi in cui la preparazione del suolo sia destinata a produrre anche un effetto meccanico sul corso delle acque. In generale, si preferisce di preparare il terreno a piazzette; ed in tal caso l'esperienza ha dimostrato che la loro lunghezza minima non può essere inferiore a un metro, mentre la larghezza si può fissare, come per le strisce, da 50 a 30 centimetri, secondo la minore o maggior pendenza, e la profondità da 40 a 50 centimetri.

Il principale vantaggio della cultura a piazzette, nel caso della piantagione, sta nell'economia del lavoro: per la qual cosa, mentre nelle strisce continue si coltiva il 50 per cento della superficie totale, in strisce spezzate si coltiva il 41 $^1/_2$ per cento circa, e colle piazzette soltanto il 25 per cento.

Sia che si eseguiscano delle strisce sia delle piazzette, il terreno si prepara almeno alcuni mesi prima dell'esecuzione della seminagione o della piantagione; e se questa si fa nella primavera, le piazzette si preparano nell'autunno. Si comprende poi che in certe marne scistose e prive di coerenza la preparazione preventiva del terreno non è necessaria, e perciò si eseguisce nel momento stesso della seminagione o della piantagione. Invece nelle marne compatte bisogna farla molto tempo prima ed anche a più riprese, perchè manca quasi affatto la terra vegetale, e bisogna trar partito della facilità con cui queste rocce si decompongono. Perciò sulla fine dell'inverno, quando esse sono sature di acqua e più facili ad essere penetrate dal piccone, si scavano le buche e si pongono con cura tutte le pietruzze sull'orlo a valle delle buche stesse lasciandole così sotto le azioni atmosferiche per un anno: alla fine dell'inverno seguente si ricomincia ad approfondire le buche; e generalmente bastano due stagioni per giungere alla profondità necessaria.

Per allevare con sicurezza di riuscita e nelle condizioni necessarie le piante pei rimboschimenti, si usano semenzai volanti e semenzai permanenti. La maggior parte dei perimetri, per cagione della loro posizione e della loro altezza, vogliono semenzai volanti, i quali poi hanno anche il vantaggio che non richiedono cure speciali per la loro manutenzione, servendo sol poche volte, e che le piante vengono allevate sul posto nel quale devono essere collocate e nelle medesime condizioni di clima e di terreno: la qual certezza che appena levate da terra sono collocate a dimora, offre anche una grande economia nella spesa.

I semenzai volanti sono specialmente adoperati per la produzione di piante resinose; le quali è provato che hanno una probabilità di riuscita tanto più grande, quanto più sono collocate a dimora ancor giovani, purchè presentino le condizioni necessarie di forza e di conformazione per poter vegetare a dimora. Queste condizioni sono diverse a seconda delle specie. Così il pino d'Aleppo, il marittimo, ed il domestico, dell'età di un anno, possono vegetare a dimora. Il pino d'Austria ed il pino silvestre sono pure atti ad essere adoperati all'età di un anno, ma in condizioni affatto speciali, ed ordinariamente si collocano a dimora a due anni. Il pino uncinato non si trapianta prima di due anni, ma non si aspetta neppure che abbia oltrepassato i tre. Pel pino cembro e per l'abeto rosso si attende almeno il terzo anno, ma si trapianta facilmente anche a quattro e a cinque. Il larice, per la rapidità del suo accrescimento, non si trapianta dopo il terzo anno senza pericolo di una riuscita infelice.

Il trapianto in vivaio delle piante resinose non è usato che in casi affatto eccezionali; non solo per le spese relativamente più grandi, ma anche perchè l'esperienza ha dimostrato che si possono avere egualmente delle piantate bellissime e promettenti, senza che sia necessario ricorrere a quest'operazione. Così i semenzai volanti somministrano in generale tutto il materiale per un rimboschimento; e le allevature fatte ne' semenzai permanenti non sono considerate che come una riserva, e destinate quindi ai risarcimenti in caso di bisogno.

Digitized by Google

Nei terreni dove non è necessaria una lavorazione preventiva, le piantine si mettono a dimora, a mazzetti di 2 a 4, in buche strette e profonde da 25 a 30 centimetri; e se il terreno ha ricevuto una preparazione per strisce o per buche, si procede nell'identico modo; solo che basterà un colpo di piccone per aprire la buca, essendo la terra soffice. Questo metodo di piantagione è il più economico e il più sicuro e si eseguisce nel modo seguente. Si impiegano 28 operai, dei quali 8 scavatori, 4 distributori, e 16 piantatori. Gli scavatori tengono fra loro una distanza costante corrispondente a quella delle buche: i distributori dispongono le piantine a mazzetti e le collocano nelle buche: i piantatori si portano a due a due su ciascuna buca e la riempiono di terra; raccolgono le pietre che possono trovare sul luogo, disponendo attorno alla pianta le più grosse, in modo che verso valle vi sia il maggior spessore, e le più piccole su tutta la superficie della buca, sì che le piantine emergano al di sopra delle pietre.

Ne' luoghi ove non si trovano queste pietre, si procura almeno di proteggere le piante, collocandole a dimora possibilmente fra le cotenne erbose che ancora esistono. Se poi il terreno è coperto qua e là da cespugli, si piantano secondo la loro grandezza uno o più mazzetti a monte di essi. Se finalmente sul terreno non si trovassero nè pietre nè cotenne erbose, per dar protezione alle piante; se l'inerbamento di tutta la superficie non è indispensabile; allora si semina della lupinella od altre specie di edisaree a 10 centimetri a valle delle buche ed in un piccolo solco orizzontale, lungo una quarantina di centimetri, che serve a fissare il terreno di ciascuna buca. In una giornata di lavoro i suddetti 28 lavoranti, in un terreno non lavorato, possono aprire le buche e piantarle; e si può calcolare a lavoro finito una spesa di lire 9,70 per mille buche piantate; e compresa la spesa delle piante, lire 11 per mille buche.

È evidente poi che nei terreni già lavorati la proporzione degli operai scavatori e piantatori sarà diversa; e in ogni caso non conviene che un medesimo lavorante apra le buche e pianti, ma è sempre meglio conservare la suddivisione del lavoro.

La stagione più propizia per la piantagione delle specie a foglie persistenti, è la primavera, quando nel terreno si trovino condizioni sufficienti di umidità; invece, nelle piantagioni autunnali non si sono ottenuti risultati così sodisfacenti. Esse possono farsi soltanto in quelle regioni dove il clima, sul principio dell'autunno, è assai umido, per modo che le piantine agevolmente sviluppano le nuove radici e s'impossessano del terreno prima che vengano i geli ad arrestare la vegetazione.

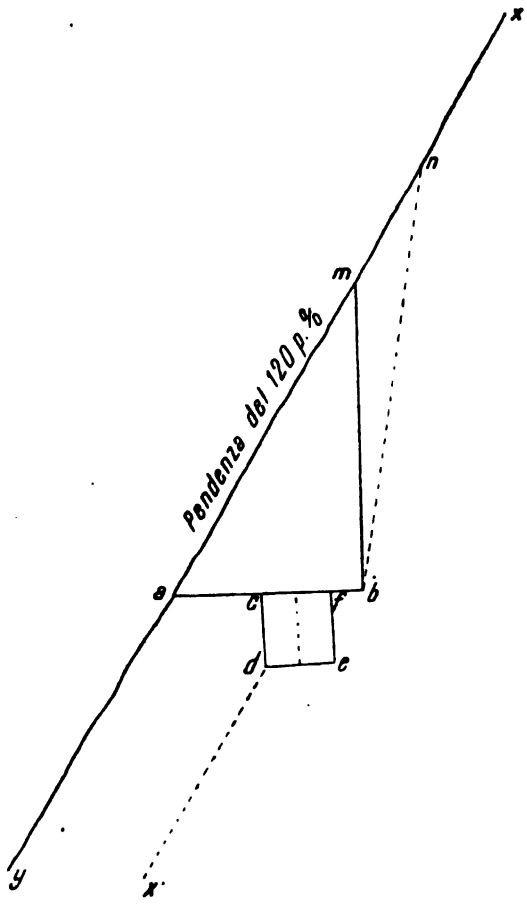
Oltre alla piantagione delle specie resinose si adopera molto spesso anche quella delle latifoglie, specialmente su certe pendenze, nel fondo delle frane, dei burroni e dei torrenti, e sulle alluvioni causate dalle traverse. Se la piantagione ha per iscopo di ottenere una fustaia, allora la si fa a mazzetti in buche come quella delle resinose: ma se il terreno non ha la stabilità voluta, sarà necessario che le piante sieno molto fitte perchè producano immediatamente anche sulle acque un certo effetto meccanico; molto più che spesse volte si tratta di pendenze che giungono anche al 120 per cento, e sulle quali è impossibile che gli operai camminino con sicurezza. Si aprono perciò dei sentieri o delle banchine ad una certa distanza fra loro, secondo la natura del terreno e la pendenza.

Fissata che sia la distanza delle banchine, resta solo a vedere come si eseguisce la piantagione. Quando il terreno è duro e compatto, e perciò non facile ad essere penetrato dalle radici, si apre un fossetto, lasciando fra questo e la scarpa una piccola porzione non coltivata, perchè la terra smossa non venga portata via. In questo fossetto si mettono le piantine a dimora, tenendole piuttosto fitte, e sul resto si seminano delle piante erbacee. Nella figura 87 xy rappresenta il profilo del terreno, ab la banchina un po' inclinata verso il monte, $cdef$ la sezione del fossetto. Dopo aver aperta col piccone la ban-

Digitized by Google

china (la quale operazione non si fa che in circostanze del tutto eccezionali, per la grande spesa che importa), e gettate le terre a valle della medesima, e dopo avere eseguita la piantagione che si fa con specie latifoglie, si demolisce la porzione *mbn*, per riempire il fossetto *cdef*. Una volta fatta la piantagione, la sezione *abn* resta aperta ed esposta alle azioni atmosferiche; cosicchè le terre che provengono dalla scarpa *bn*, scendendo a poco a poco, coprirebbero le piantagioni. Inoltre le acque, accumulandosi sulla banchina, la possono far screpolare in alcuni punti o produrre uno scoscendimento parziale, avente in sezione la forma $yacdx^1$; e quindi la piantagione inferiore viene sepolta del tutto, se non vi si ripara con dei graticci.

Fig. 87.



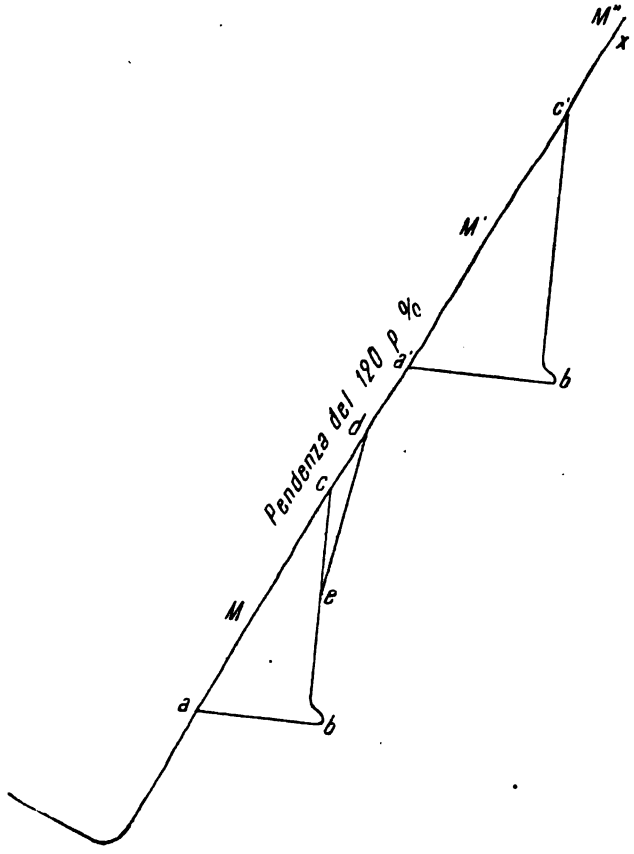
È necessario essere molto circospetti nell'aprire queste banchine, specialmente nelle marne nere, perchè richieggono una spesa molto rilevante: quando ciò sia proprio necessario, si preferisce il sistema dell'ispettore Coutourier; il quale consiste nello stabilirle secondo il profilo *abc* (*Fig.* 88), gettando a valle lo sterro, e facendo in modo che *ab* formi una contropendenza del 20 al 30 per cento, e *bc* sia verticale. Un piantatore stende le sue piante sopra *ab*, ponendole perpendicolarmente alla direzione della banchina, in modo che il colletto della radice si trovi a 10 centimetri in dentro dal punto *a* della banchina medesima. Le piantine si fissano quindi con un po' di terra, che si prende col demolire la

Digitized by Google

porzione *ced* della scarpa. Un secondo operaio in *M'* apre la seconda banchina, procurando però che quello in *M* abbia prima collocato le piante sulla sua banchina; quindi quello in *M'* getta in basso le terre del suo sterro, le quali cadendo sulla pendenza *a'd* vanno a riempire la banchina inferiore e finiscono di coprire le piantine. Quello in *M"* fa altrettanto, cosicchè lo scavo di questa terza banchina serve a completare il coprimento delle piantine della seconda, e così di seguito.

In questo modo si ottiene una grande economia, non solo per il minor movimento di terra, ma anche perchè i graticci riescono superflui, inquantochè le terre che scendono dall'alto non producono altro effetto che quello di rialzare la banchina e formare una specie di cordone, sul quale, dopo due o tre anni, si possono piantare dei pini e degli

Fig. 88.



abeti, che troveranno tutte le condizioni necessarie per vegetare: fra queste piantagioni poi si semineranno delle piante erbacee, le quali compiranno il rinsaldamento del terreno. Le figure 89, 90, 91, 92 rappresentano l'effetto di queste seminagioni e piantagioni dopo uno, due, tre e quattro anni.

Questo metodo è assai vantaggioso per l'economia, specialmente nelle forti pendenze e nei terreni poco stabili, ed anche per la buona riuscita che fa nei terreni più ingrati. Le specie che si preferiscono nelle piantagioni delle banchine sono la robinia, l'olmo, l'acero, il nocciuolo, il biancospino ed il *Prunus Brigantiaca,* che si piantano a due anni,

Digitized by Google

e ordinariamente non di trapianto. Anche i salici sono spesso adoperati in talee, alle quali si dà una lunghezza che sorpassi d'una diecina di centimetri la larghezza della banchina, e si tengono alla distanza di tre o quattro centimetri l'una dall'altra.

La spesa per l'esecuzione ed il piantamento di questi cordoni si valuta a lire 8,75 i 100 metri lineari, senza computare però il valore delle piante portate sul luogo e nelle condizioni necessarie per il piantamento.

Le piantagioni di latifoglie sono ancora ed in modo più speciale adoperate nel fondo dei burroni e delle frane, e nelle più piccole depressioni di terreno, dove si possono raccogliere le terre leggiere e le acque che scendono dall'alto. Qui appunto è il luogo più propizio per formare come dei centri di vegetazione, dai quali la si deve diffondere poi per

Fig. 89.

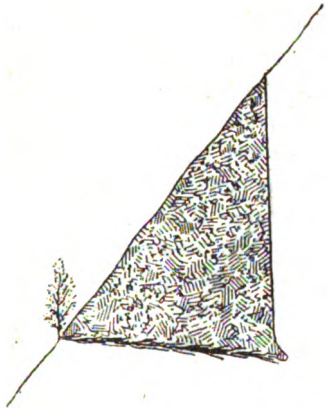


Fig. 90.

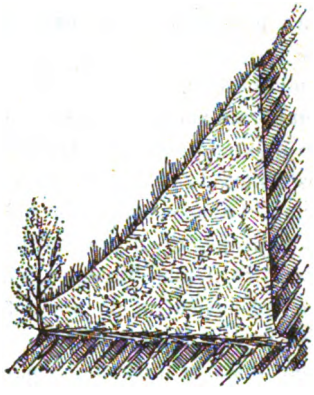


Fig. 91.

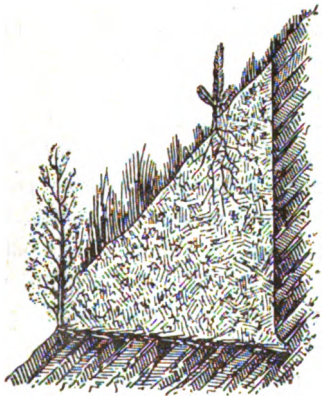
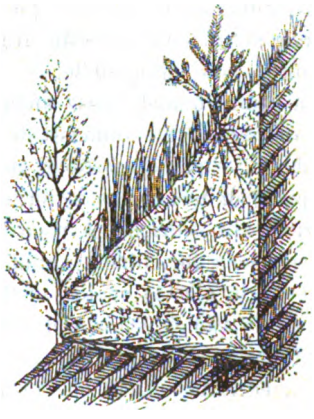


Fig. 92.



ogni verso. Anche sugli interrimenti delle traverse, e sulle sponde dei torrenti, le piante latifoglie trovano un'ottima applicazione, sia per tener salde le terre, sia per l'utile immediato e futuro che possono dare. Siccome qui esse trovano le condizioni più favorevoli per vegetare, si dà la preferenza a quelle specie che possono somministrare legname d'un certo valore, come gli olmi, i frassini, gli aceri, e si adoperano allievi provenienti da piantonai, stati già trapiantati ed aventi una certa altezza. Si tengono ad una distanza

Digitized by Google

di metri 1,50 circa, mentre poi lo spazio che rimane fra questi allievi si riempie con altre specie di accrescimento più rapido, come polloni di pioppo, o talee di salice, che fin dal primo anno possono trattenere le terre, ed ogni due o tre anni possono essere tagliati, somministrando un materiale prezioso per gli altri lavori nei torrenti. I polloni più grossi di quattro o cinque anni possono anch'essi avere nelle opere di difesa degli usi speciali, come precedentemente si è veduto.

Premessi questi cenni intorno ai modi di piantagione adoperati, vediamo come essi siano stati applicati nel perimetro di Seyne. Sul principio i lavori di rimboschimento vennero fatti con semi resinosi a getto ed anche in buche: la piantagione venne raramente usata. Le seminagioni, fatte successivamente, ebbero specialmente per iscopo di formare semenzai volanti; e le piantagioni, alle quali fu dato un grande svolgimento, ebbero quello di ripopolare il terreno con specie resinose.

Fu osservato che tanto le semente quanto le piantagioni, fatte fra le cotenne erbose che qua e là si trovavano, erano la miglior protezione che potesse darsi alle giovani piante, offrendo loro nell'estate un riparo fresco, e nell'inverno e nella primavera diminuendo i danni del sollevamento prodotto dai geli. Perciò fu estesa la sementa delle piante erbacee, e contemporaneamente la piantagione delle resinose, la quale ebbe un eccellente esito, confermato dalla superba vegetazione che tuttora vedesi sempre rigogliosa.

Questo metodo si applicò altresì negli altri perimetri in identiche condizioni di terreno e di clima. La zona inferiore nel perimetro di Seyne venne coltivata a pini, e fu specialmente propagato il pino nero austriaco che vi prospera benissimo: in minor quantità fu usato pure il pino silvestre, che si è manifestato meno robusto per resistere alle nevi; il laricio, che cura un po' più il freddo, ma che riesce meglio nei luoghi un po' riparati; ed infine il pino uncinato. Nella seconda zona venne coltivato specialmente il larice, che vi cresce in modo mirabile, e pare destinato a poco a poco a sostituire i pini nella parte inferiore della zona superiore, dove presentemente domina il pino cembro, specie pure preziosa e che merita di essere più diffusa.

Ben poco manca a compire i rimboschimenti del perimetro di Seyne: e quando saranno compiuti anche gli altri piccoli lavori, potrà altresì dirsi completa una delle glorie della amministrazione forestale francese, perchè la creazione di una foresta in quel luogo era creduta quasi impossibile.

Resta a dire qualche cosa anche sull'imboschimento di quegli ammassi di pietre, detti *clappes* o *casses*. Tali ammassi di pietre assumono la pendenza naturale delle terre che scoscendono; e quando possono godere di un certo riposo, a poco a poco i loro interstizi si riempiono di terra, che si forma colla decomposizione delle pietre stesse per mezzo delle azioni atmosferiche. A poco a poco prendono pure una maggiore stabilità, la vegetazione erbacea incomincia ad impossessarsi di quei vuoti, e quindi ad estendersi. Vi cresce bene la piccola acetosa delle rocce (*Rumex Acetosella* L.), che è molto pregiata perchè mette radici robuste che invadono presto il terreno; alla qual pianta in ordine d'importanza seguono il *Rhamnus pumila* L., il *Ribes uva-crispa* L., il *Cytisus sessilifolius* L., ed altri arbusti che preparano il terreno per renderlo adatto alla cultura forestale. L'arte di rimboschire questi ammassi di pietre consiste essenzialmente nel favorire l'opera della natura, ed a poco a poco introdurvi le specie forestali. Qualche volta sotto alle pietre si trova un terreno sufficientemente favorevole alle piantagioni; ed allora si apre una fossa abbastanza profonda, disponendo lateralmente le pietre in guisa, che non ruzzolino giù per la pendenza del terreno, finchè si giunga a quello strato di terra che le acque a poco a poco vi hanno formato sotto. Allora si eseguisce il piantamento, con piante di tre, quattro o cinque anni, procurando di trasportarle col rispettivo pane, e circondarle

Digitized by Google

di terra anche trasportata da qualche altro punto. Queste piante conviene che siano sufficientemente distanti le une dalle altre; sotto ad esse, le erbe trovano facilmente posto, a poco a poco conquistano il terreno, subentrano gli arboscelli, ed il terreno si prepara alla cultura di specie più pregiate.

Le foreste di Seyne sono ormai un fatto compiuto: quegli immensi tratti di pietre ammassate, che erano affatto nudi, sono ora fiorenti boschi, che adempiono già importanti uffici economici, e dei quali le popolazioni incominciano a godere i frutti. Le culture che erano continuamente minacciate, i pascoli che ogni anno si restringevano, sono ora assicurati e fanno giustamente l'orgoglio di quegli abitanti. Il letto dei torrenti si è alquanto elevato, le sponde rinsaldate, le pendenze rese meno ripide, le acque che precipitose trascinavano continuamente materiali, scorrono ora limpide ed innocue in cascate successive; ed il beneficio che questa mutata condizione di cose ha apportato, viene calcolato ad oltre tre milioni di lire, senza contare che il capitale speso è stato quasi tutto in vantaggio diretto degli abitanti, e che in avvenire potrà da quei boschi aversi ancora una rendita non trascurabile.

Capo XVII.

Perimetro di Labouret.

Questo perimetro è situato nel bacino della Bléone, affluente della riva sinistra della Durance, a 23 chilometri nord-est da Digne. Il torrente è stato tutto compreso nel perimetro, ed era avanti il 1860 assai noto per le sue lave, per gli scoscendimenti frequenti che interrompevano il transito sulla strada nazionale da Montpellier a Cuneo, e per quell'immensa estensione di marne liasiche, separate qua e là da banchi d'argilla e di gesso.

È uno degli ultimi perimetri visitati, e l'ordine seguito rappresenta per così dire la storia dello svolgersi dei singoli lavori. È un modello completo dello studio di correzione di un torrente e del rimboschimento di un bacino, il quale offrì su una piccola superficie tutti gli ostacoli più ardui che si possano presentare ad un silvicultore.

Il torrente di Labouret ha origine dal colle del medesimo nome, il quale è formato da due creste di montagne che abbassandosi s'incontrano; il suo bacino non è che di 113ᵉ 28ᵃ 10ᶜ, e fu dichiarato di utilità pubblica nel giugno del 1862. Ad ogni temporale, ad ogni pioggia un po' violenta, irrompeva sulla strada nazionale, toglieva le comunicazioni; e quelle scarpe scoscese erano una continua e grave minaccia pei passeggeri, che per un tratto di 2500 metri sono obbligati di percorrerla passando tra due declivi ripidissimi solcati da parecchi burroni.

Anche qui l'amministrazione forestale sul principio dei lavori dovette soffrire qualche disinganno. Appena decretato di utilità pubblica il perimetro, s'incominciarono i lavori, in buche aperte allora allora, con seminagioni di cedri, di pino austriaco, di pino silvestre, e nelle parti esposte a nord, di faggio e di abete bianco. Dei cedri e dei pini non si conservarono che pochi esemplari, i quali vegetano ancora prosperamente; i faggi e gli abeti fallirono del tutto. Questa cattiva riuscita non procedette dalla scelta della specie legnosa, che anzi è adattata tanto all'altezza (da 1000 a 1400 m.), quanto all'esposizione del bacino, che è riparato dai venti più impetuosi che vi spirano da nord-ovest, ma provenne in gran parte dal terreno che non è sufficientemente stabile. Infatti, essendo esso formato dai detriti delle terre nere, è affatto privo di coesione, e non si può sostenere

Digitized by Google

su quelle scarpe così ripide, dove ogni più piccola pioggia lo mette in movimento. Le piantagioni poi di faggio e di abete fallirono, perchè il terreno non era ancora abbastanza preparato per la loro cultura.

Fu pure tentata, contemporaneamente alla sementa delle conifere, quella di alcune piante erbacee; e fra queste diede un ottimo risultato la *Calamagrostis Argentea* DC. (*Lasiagrostis calamagrostis* Linck.), la quale benchè non costituisca mai un tappeto continuo, pure forma dei gruppi fitti che tengono saldo il terreno, ed è specialmente adattata alle terre nere.

Inoltre furono costruite molte traverse rustiche, le quali vennero tosto interrate, piantate le loro alluvioni, e costruite molte fascinate di rami di pini tenute salde da grossi piuoli della medesima specie. Le fascinate dopo pochi anni imputridirono, e scomparvero pure le traverse rustiche; le piante resinose erano sempre assai rare, le latifoglie non si vedevano che sugli interrimenti del torrente principale, e solo le seminagioni di foraggi erano ben riuscite.

Questi risultati in apparenza sono poco favorevoli, e noi li mettiamo in rilievo non per far emergere alcuni errori, ma per far comprendere che in simili lavori è necessario procedere con metodo, il quale non può essere appreso che con uno studio profondo dei luoghi e con una certa esperienza. Del resto, tenuto conto delle immense difficoltà, anche quei pochi risultati erano assai preziosi.

Tale condizione di cose durò fino al 1867; dal quale anno in poi alle seminagioni a dimora dei pini si sostituì la cultura a strisce o zone aperte nei punti più favorevoli e seminate con pino nero. Contemporaneamente si costruirono nelle più piccole ramificazioni molte fascinate di salice; e nel torrente principale e nei rami più importanti, delle grandi traverse di pietra; e sugli interrimenti da esse causati, dei graticci trasversali, i quali collegano le traverse fra loro con una serie di piccole cadute. A mano a mano che anche i graticci trasversali venivano interrati, era cura costante di eseguire sull'alluvione e sulle sponde il piantamento di ogni specie di latifoglie, dando però ai frassini, agli olmi ed agli aceri una tale disposizione, che questi potessero in appresso costituire le specie dominanti, e le altre il sottobosco.

Di pari passo con questi lavori procedevano sui versanti i piantamenti di robinie, citisi, nocciuoli, olmi, frassini ec., che venivano eseguiti in linee orizzontali equidistanti di metri 1,50, e fra queste si faceva una fitta sementa di piante erbacee. Intanto il pino nero nelle strisce si preparava per essere trapiantato a mazzetti; e già alla fine del 1871 esso costituiva la specie dominante del Labouret, e la foresta si poteva dire assicurata.

Le fascinate, costruite in un gran numero verso le origini dei burroni e delle frane, e nelle più piccole depressioni del terreno dove potessero accumularsi le acque, ebbero ben presto il loro effetto: le terre venivano trattenute, e le acque come da un filtro concorrevano limpide nel torrente, ove tendevano a scavarsi in ciascun interrimento, nell'intervallo di due traverse, un letto stabile e corrispondente al profilo di equilibrio dei materiali. Tra il piede di una traversa e la corona della successiva a valle, v'era una differenza di livello anche di sei metri; per la qual cosa le acque, nello scavarsi il loro letto, avrebbero minacciato novamente le sponde rendendole instabili. Ad evitare questo pericolo, si costruirono altre traverse più piccole sugli interrimenti delle più grandi, si liberò il letto dalle pietre che avrebbero potuto deviare le acque verso le sponde e danneggiarle, se ne assicurò il piede col mezzo di graticci longitudinali e col piantamento di una grande quantità di talee, ottenendo così il completo rinsaldamento, ed obbligando contemporaneamente le acque a scorrere in un letto definitivo.

Un fatto degno di attenzione, e che si palesa evidente più che altrove al visitatore del

Digitized by Google

torrente di Labouret, si è che gli interrimenti ottenuti colle pendenze del 10, del 15 ed anche del 30 per cento, secondo la natura e la grossezza dei materiali trasportati, tenderebbero col tempo a scomparire. È noto che questi interrimenti si producono sempre sotto la forma di coni aventi nel profilo trasversale la forma convessa verso l'alto, cosicchè le acque tendono ora verso una sponda ora verso l'altra, minacciando la loro stabilità; il profilo longitudinale di una sezione del torrente compresa fra due traverse, tende verso monte a raddrizzarsi, e verso valle a schiacciarsi: ed il risultato di tutto ciò sarebbe di produrre un abbassamento del letto al piede della traversa superiore, abbassamento equivalente alla differenza di livello fra il piede di questa traversa e la corona di quella inferiore, cioè a dire che le acque tendano a far prendere al letto la pendenza di equilibrio, come accade nelle riviere.

Questo fatto, che la teoria prevede, esige doversi assolutamente calcolare che, una volta incominciata la correzione di un torrente, i materiali di trasporto vadano a mano a mano diminuendo mercè l'opera del rimboschimento, il quale deve fissare definitivamente il terreno e non permettere altro scolo che di acqua pura. Qui si appalesa più che mai la necessità dello accoppiamento dei due mezzi di estinzione dei torrenti, correzione e rimboschimento; l'uno dei quali compie l'altro, laddove disgiunti hanno ben poca efficacia e ben poca durata. Volendo che l'ufficio delle traverse si perpetui, bisogna che si mantenga invariabile il profilo longitudinale quale è stato determinato negli interrimenti; che si forzino le acque ad un corso regolare, togliendo la forma conica dei depositi mediante quelle opere che abbiamo veduto eseguirsi coi graticci longitudinali e trasversali.

Tali sono i lavori eseguiti nell'antico torrente di Labouret; e dico antico, perchè il torrente non esiste più, ed è stato convertito in un corso d'acqua limpida, che si smaltisce per una serie di dolci pendenze alternate da cadute. Le sue sponde sono sostenute dagli interrimenti i quali non sono corrosi, perchè le acque sono incassate in un letto stabile, formato dai materiali anticamente trasportati. Questo perimetro, che prima non mostrava se non terre nere, nude, instabili, è ora coperto d'una bella e fiorente vegetazione di ogni genere di piante, dalle più umili erbe e cespugli ai più superbi pini ed abeti rossi, tutte distribuite in diversi punti, a seconda del loro ufficio e delle condizioni richieste per la loro vegetazione. Quei burroni, quelle frane, quelle solcature più o meno profonde, che prima alimentavano di acque torbide e materiali d'ogni forma e dimensioni il torrente principale, laddove furono poste le fascinate, mostrano ora tutta una copertura di alberi, che costituiscono fustaie complete ed hanno trasformato il torrente in un corso d'acqua affatto innocuo.

Oltre ai benefici effetti della foresta sul governo delle acque torrenziali, i quali andranno sempre più ampliandosi a mano a mano che essa si svolgerà e si fortificherà, dobbiamo aggiungere quelli economici importantissimi, che fra pochi anni questo perimetro apporterà, somministrando legname in una regione la quale, nonostante il suolo montuoso, ne ha gran difetto.

A questi benefizi della nuova foresta conviene aggiungere, che ora è cessata la necessità della ricostruzione della strada nazionale, la quale ad opera finita avrebbe costato 400 mila lire. Ed invero, essendo essa per lo innanzi continuamente minacciata, esigeva una spesa media annua, senza computare la vigilanza, di circa 800 lire; e rimanendo le cose com'erano, avrebbe dovuto essere ricostruita in condizioni più sicure.

Per giungere a questi risultati e per facilitare l'accesso e la vigilanza nei diversi punti del perimetro, si diede alle strade e sentieri uno svolgimento di 3450 metri; inoltre si costruirono a tutto il 1885 delle chiudende per metri 6320; si costruirono 269 traverse rustiche, 149 graticci, 4861 fascinate; e si rimboschirono compiutamente 57ᵃ 21ᵃ 30ᶜ, adope-

Digitized by Google

rando 6276 chilogrammi di semi di piante resinose, 817 di piante latifoglie, e 172,429 piantine di conifere. Le spese sostenute fino al detto anno, e ripartite nelle diverse categorie, non ammontano che alle seguenti:

Strade e sentieri	L.	1,709, 55
Semenzai		1,695, 35
Traverse		9,741, 70
Graticci		4,524, 62
Fascinate		15,124, 05
Seminagioni e piantamenti		55,075, 26
Inerbamenti		8,770, 18
Lavori diversi, ripuliture, accomodature nel letto del torrente, trasporti, chiudende, ec.		13,897, 50
Totale	L.	110,538, 21

Le spese annue di manutenzione, che consistono in qualche risarcimento qua e là per mezzo di piantagioni, ed in qualche piccolo lavoro nelle traverse, nei graticci, e nelle fascinate, sono ora ridotte a qualche mano d'opera, ed importano poco più di un centinaio di lire.

L'estinzione completa del torrente di Labouret è ora un fatto compiuto, il quale ci presenta uno dei più bei risultati che si possano attendere dai lavori di correzione e di rimboschimento d'un torrente.

Capo XVIII.

Perimetro di Curusquet.

Il perimetro di Curusquet, situato nei comuni di Marcoux e di Brusquet, trovasi nella parte centrale del dipartimento delle Basse Alpi, al nord-est del circondario di Digne.

Esso fu il penultimo dei perimetri visitati, e non fu meno interessante degli altri in quanto che, oltre ad altre particolarità, vi vedemmo applicato con molto frutto e in grandi proporzioni un metodo pel rimboschimento di alcuni terreni affatto nudi, che meritava una speciale attenzione.

Percorrendo la strada nazionale N. 100 per andare da Barcelonnette verso Digne, quando siamo per abbandonare la vallata della Bléone, ad un certo punto si sale un piccolo colle, dal quale poscia si discende per circa quattro chilometri, lungo un torrente detto Mille-Solles, affluente del Buinenc, e lunghesso la base d'una serie di colline basse che formano gli ultimi contrafforti dell'alta catena, la quale separa i bacini della Bléone da quelli dell'Asse. Il pendio di queste colline, esposto a nord-ovest, forma il territorio detto di Curusquet; e continuando poi l'anzidetta strada, si attraversa il villaggio di Brusquet, e quindi ad otto chilometri da Digne si passa il torrente menzionato di Buinenc, affluente della Bléone.

Il torrente di Mille-Solles ha le sue origini nel territorio di Curusquet, e riceve nel suo corso una grande quantità di affluenti; sicchè durante le pioggie dirotte, si raccoglieva in esso una grande quantità di acqua, la quale per le enormi pendenze che era

Digitized by Google

obbligata di percorrere, attraversando terreni affatto nudi e solcati da una grande quantità di burroni, formati da scisti marnosi facilissimi a disgregarsi e decomporsi, si precipitava con una grande velocità, dando al torrente il carattere fangoso proprio di parecchi torrenti delle Basse Alpi. Queste acque, spandendosi sui terreni inferiori, arrecavano gravi danni alle culture ed alla strada nazionale.

Era quindi necessario di riparare alla corrosione sempre crescente che le acque producevano nel terreno, e sistemare in modo stabile anche le comunicazioni, sovente interrotte, che esigevano per parte dello Stato frequenti e forti spese. Con decreto del 2 dicembre 1875 venne costituito questo perimetro, con una superficie di 392ᵉ 05ᵃ 53ᶜ, in guisa da comprendere tutti i punti nei quali avevano origine i burroni che alimentano il torrente di Mille-Solles; sicchè questo perimetro si estende dai 750 fino ai 1265 metri d'altezza. Il rimboschimento incominciò nel 1876, facendovi camminare di pari passo i lavori di correzione con quelli di consolidamento; e la superficie presentemente è stata estesa a 471ᵉ 42ᵃ 91ᶜ.

Per facilitare i trasporti, la vigilanza nei lavori ed il movimento nei cantieri, si aprirono delle vie e dei sentieri su tutto il perimetro, che sul principio misurarono soltanto 1800 metri, ora complessivamente 22,373. Per provvedere poi al rimboschimento, che sarebbe più tardi abbisognato, si stabilirono diversi piantonai volanti, seminandovi del pino nero e del pino silvestre. Questi semenzai in Francia, come abbiamo veduto, adempiono grandi uffici. Quasi tutte le specie resinose, destinate al rimboschimento delle forti pendenze, ed alcune specie latifoglie, come la robinia ed il bianco spino, vengono allevate nella stessa maniera; mentre la cultura delle piante latifoglie più nobili, destinate al piantamento nel letto dei burroni e dei torrenti, si fa ne' vivai forestali permanenti. Qualunque striscia poi di terreno, qualunque piccolo tratto pianeggiante, viene coltivato per la produzione del materiale necessario alle culture forestali o adoperato per culture sperimentali. Perciò le spese per la produzione delle piante vengono assai ristrette, risparmiando di fare siepi e di concimare, essendo queste superficie in generale utilizzate una sola volta. È inoltre innegabile, che la probabilità della riuscita delle piante è maggiore per quelle che provengono dai semenzai volanti, che non per le provenienti da quelli stabili; perchè nel primo caso, le piante si trovano nel medesimo terreno e nelle medesime condizioni climatiche. Si aggiunga ancora, che si risparmia nel trasporto e nell'imballatura, e diminuisce il pericolo che le piante si secchino durante il trasporto: oltredichè, possono anche più a lungo essere lasciate nelle aiuole, perchè, essendo il terreno meno fertile, l'accrescimento è più lento che non nel vivaio stabile il quale viene ben concimato. Un altro vantaggio sta in questo, che le piante possono essere trapiantate con tempo più favorevole, ed in proporzione soltanto del bisogno e dell'intervallo di tempo buono che si presenta. Certamente questo metodo suppone che non si abbiano danni pel pascolo; ma su questo in Francia non è questione, essendo nei perimetri assolutamente vietato. La maggiore spesa nei semenzai volanti è la lavorazione del terreno; il quale non solo si deve smuovere, ma spesso bisogna assicurarlo contro il dilavamento per mezzo di piccoli muri o di steccaie o di piote.

Il Demontzey calcola la spesa per un'ara di semenzaio volante a lire 14 in media. L'esperienza poi insegna che il piantamento di un ettaro di terreno, a mazzetti di due o tre piante, richiede circa un'ara di questo semenzaio; il che permette di valutare la superficie da coltivare in siffatta maniera pel rimboschimento di un perimetro.

Per dare poi alle piantine ne' vivai la tutela necessaria contro le intemperie, vengono seminate l'anno avanti delle piante erbacee e specialmente della lupinella.

Riguardo alle costruzioni in questo perimetro, si osserverà che fu procurato di soppri-

Digitized by Google

mere la corrosione delle sponde e di rallentare la velocità delle acque, col costruire una serie di traverse, di fascinate e di graticciate.

Nei tre anni successivi alla dichiarazione di utilità pubblica di questo perimetro, furono costruite 26 traverse e 480 soglie in pietra a secco, del genere di quelle impiegate nel torrente di Sanières (*Fig.* 72, 73, pag. 101), e con materiali provenienti dai banchi calcari della regione superiore del perimetro. Le traverse propriamente dette sono rettilinee, colla corona molto depressa nel mezzo ed alquanto rialzata nelle ali; la loro lunghezza varia dai 3 ai 10 metri, l'altezza da 1 a 2 metri; lo spessore è di 1 metro, e la scarpa $^1/_4$. Non vi sono grandi costruzioni, come abbiamo riscontrato negli altri perimetri, ma le opere rustiche ammontano a 2391.

I graticci adoperati, e che fanno il medesimo ufficio delle traverse, appartengono al secondo tipo delle traverse viventi, sono ad un solo paramento e formati da paloni di quercia e di salice, collegati con pezzi longitudinali e consolidati fra loro con altri, posti obliquamente a monte della traversa. La loro altezza è di un metro, e la larghezza varia nei medesimi limiti che per le traverse rustiche. Dal principio dei lavori al 31 dicembre 1885, ne sono stati fatti 887.

Nei burroni del perimetro di Curusquet, così il fondo del letto come le sponde sono costituiti da marne rocciose, qualche volta dure, che si sfaldano e si disgregano facilmente all'aria. Per correggere i detti burroni e giungere alla loro estinzione, bisognava sottrarre tanto questo letto quanto le sponde alle azioni atmosferiche, e coprirli quindi di vegetazione. Perciò fu fatta un'armatura di fascine, le quali trattengono a monte una serie di depositi che si coprono di piantagioni diverse.

Questo metodo era molto lento e dispendioso, e perciò gli fu sostituito il seguente. Sulle vette si approfitta delle parti delle marne meno resistenti e che trovansi alla superficie, e si gettano nei burroni fino a raggiungere sul fondo l'altezza stimata necessaria, avendo cura di formare una specie di piccoli muricciuoli, destinati a sorreggere le terre. Ciò fatto, a distanze convenienti, vennero poste delle fascinate ad un ordine solo di fascine (*Tav.* III). Tutti gli intervalli, lasciati fra queste fascinate, sono stati piantati; e se ne contavano, al 31 dicembre 1885, 1716. Or mentre i materiali più grossi, rimanendo sepolti sotto i più piccoli, non soffrono l'influenza delle intemperie e formano un fondo stabile; quelli alla superficie, disgregandosi e suddividendosi all'infinito, somministrano appoggio e nutrimento alla vegetazione forestale, la quale alla sua volta compie il rimboschimento del terreno.

Le piante adoperate pel rimboschimento del perimetro di Curusquet furono specialmente la quercia, il pino nero ed il pino silvestre. La parte superiore, che era quella che si presentava in meno tristi condizioni, era adatta per la quercia, che vi fu seminata a buche, senza alcuna cultura preventiva, ma coll'avvertenza di collocare le ghiande sotto la protezione di quei pochi cespugli che si trovavano, e che erano specialmente il pero cervino ed il bossolo. Nella regione inferiore è stato eseguito il piantamento del pino nero a mazzetti e con piante di due anni, senza preparazione preventiva del terreno, bastando scavare alcune buche col piccone, disposte in linee orizzontali e distanti fra loro da 1 metro ad 1,50.

Questi lavori al 31 dicembre 1885 coprivano una superficie di 330ᵉ 06ᵃ 80ᶜ, che si trovano ora perfettamente rimboschiti; ed avuto riguardo alle condizioni molto sfavorevoli, nelle quali le piantagioni dovettero farsi, i risultati conseguiti sono superiori assai a quelli che si avrebbe potuto attendere. Si impiegarono 2,734,222 piante resinose, 1,665,705 piante latifoglie, 319,775 talee; con una spesa di lire 69,939, ed altre 5873 lire per l'inerbamento.

Digitized by Google

I lavori compiuti nel perimetro di Curusquet fino al 31 dicembre 1885 costarono complessivamente lire 235,029, 61, che si possono ripartire nelle seguenti categorie:

Strade e sentieri	L.	17,806, 10
Vivai		15,011, 52
Traverse		8,459, 19
Graticciate		28,812, 79
Fascinate		31,337, 50
Inerbamento		5,873, 39
Seminagioni e piantamenti		79,816, 46
Lavori idraulici nel letto del torrente		33,337, 95
Lavori diversi, come trasporti, chiudende, capanne di ricovero, vigilanza, ec.		14,574, 71
Totale	L.	235,029, 61

I risultati conseguiti in questo perimetro dimostrano non solo l'attitudine del pino nero al ripopolamento delle terre nere nude ed ingrate, ma che le traverse viventi, accoppiate coi piantamenti di talee per cordoni orizzontali, sono il miglior mezzo di correzione e di estinzione dei torrenti; e che il rimboschimento è il mezzo complementare per regolare il corso delle acque, prevenire e togliere i danni cagionati dal loro rapido accumularsi.

La tavola III è una riproduzione in fototipia di una veduta fatta dall'ispettore Gayffier nel 1877, e rappresenta i particolari d'un cantiere di lavori di smussamento delle creste acute delle terre nere. Questi lavori hanno, come si è veduto, per iscopo di correggere, fin dalle loro origini, i burroni che solcano il terreno, gettando le terre provenienti da questo smussamento nel fondo dei burroni medesimi, e così sollevandolo ed allargandolo. Per sostenere queste terre, si costruiscono delle soglie in pietra a secco, compiendo poi il lavoro col mezzo di fascinate viventi.

La tavola IV rappresenta la medesima veduta presa nel 1886, e dal medesimo punto di stazione nel quale è stata presa la precedente. La loro differenza ci dimostra evidentemente l'effetto dei lavori delle traverse viventi, e dello smussamento delle creste acute, che separano le diverse solcature dalle quali incominciano a formarsi i burroni ed i torrenti. Le traverse viventi sono in piena vegetazione, si sono impadronite delle depressioni; ed è agevole il giudicare, nonostante il breve lasso di tempo, gli effetti preziosi che si possono attendere da cotali lavori. Intanto una ventina di ettari di terreno senza valore potranno fra breve essere messi in cultura senza tema di danni; il transito nella strada nazionale è già assicurato lungo il tratto percorso nel letto del torrente; e quando il soprassuolo avrà uno sviluppo completo, e permetterà dei tagli, pur mantenendo la consistenza del terreno, si avranno dei prodotti il cui valore è particolarmente aumentato dalla vicinanza del perimetro alla strada nazionale ed a paesi di consumo, dove il legname fa piuttosto difetto in relazione col bisogno.

I lavori che restano a farsi consistono nel risarcimento di circa 160 ettari, e nel rimboschimento di altri 87 circa, da farsi con querce e con pini, a mano a mano che il terreno sarà assodato e convenientemente preparato.

Digitized by Google

Capo XIX.

Perimetro di Sainte-Marthe.

(Alte Alpi.)

Abbandoniamo ora le Basse Alpi per recarci a visitare i lavori eseguiti nei bacini di alcuni affluenti della Durance nelle Alte Alpi. Qui il felice concorso di diverse circostanze ci porse l'occasione di far questa visita coll'ispettore generale dei rimboschimenti, signor Demontzey, e di udire così la parola d'un valente maestro, che già conoscevamo per i suoi classici lavori sui torrenti e sui rimboschimenti.

Il primo perimetro, visitato nelle Alte Alpi, è quello del torrente di Sainte-Marthe, affluente della riva destra della Durance, le cui sorgenti salgono a 2500 metri sul monte Guillaume, uno dei rami più importanti della catena che separa la vallata della Durance da quella del Drac. Questo torrente, dopo un percorso di circa sette chilometri, durante il quale discende da un'altezza di 783 metri, si getta nella Durance a due chilometri da Embrun.

La regione superiore del suo bacino è formata da terreni provenienti dalla disgregazione di rocce di ogni specie, i cui materiali sono uniti fra loro da una specie di cemento che si scioglie facilmente coll'umidità; la regione media e la inferiore giacciono sopra marne nere, che si sfaldano facilmente e si disgregano all'aria. Ad ogni burrasca, e con quella grande pendenza, le acque si raccolgono così rapidamente, da trasportare enormi quantità di terre e di pietre, che vanno ad invadere campi e prati, ad interrompere comunicazioni, a minacciare costruzioni, ec.

Il cono del Sainte-Marthe, che è piuttosto largo ed alquanto rialzato, è chiuso fra due argini laterali i quali furono ricoperti dalle materie successivamente trasportate, ed il letto è andato continuamente elevandosi; sicchè sta al di sopra di tutte le proprietà laterali, minacciando continuamente di invaderle. Furono fatte diverse opere per diminuire la velocità dell'acqua ed il trasporto dei materiali; ma non potendo i lavori più efficaci essere affidati che al rimboschimento, fu una vera necessità la dichiarazione di utilità pubblica di questo perimetro, con decreto de' 28 ottobre 1864.

La sua superficie è presentemente di soli 468ᵉ 45ᵃ 27ᶜ: i lavori incominciarono nel 1865, con la costruzione di 800 metri di strade per compiere la rete delle vie di comunicazione, che danno accesso alle diverse parti del perimetro, e col porre due semenzai per le piante che sarebbero occorse in grande quantità.

Qui si mostra più che mai chiara l'inutilità dei lavori di rimboschimento in quelle terre nere, se non sono accompagnati dalle necessarie opere d'arte per consolidare le scarpe scoscese, diminuire la velocità delle acque, e neutralizzare la loro azione dissolvente. Si costruì perciò una grande traversa in pietra a secco, con massi di assai grandi dimensioni, con fondazioni sulla roccia, ed incastrata lateralmente in essa. Questa traversa ha 37 metri di lunghezza, 7 metri d'altezza al di sopra delle fondazioni, 3 metri di spessore nel centro della corona, e metri 3,70 alla base: essa è destinata a servire di sostegno a diverse grandi traverse, ed a parecchie altre di minore importanza, dette rustiche, poste nel torrente principale e più specialmente nei burroni e nelle minori ramificazioni del torrente medesimo.

Dal principio della formazione del perimetro furono costruite al 31 dicembre 1885, oltre

Digitized by Google

alla grande opera accennata, 108 traverse rustiche, 27 soglie e, per rendere più completo il sistema di difesa, altri 363 graticci, 600 metri di fascinate tenute salde da piuoli di larice, 2988 metri di docce e di canali di fognatura, destinati a raccogliere le acque d'infiltrazione e ad assicurar loro uno scolo pronto ed inoffensivo fino al letto del torrente.

Sui declivi meno ripidi furono fatte delle seminagioni a pozzette, di quercia, noci e castagni, e piantati degli aceri, citisi, olmi, frassini, robinie ed altre specie latifoglie. Queste piantagioni furono fatte su banchine, aperte orizzontalmente, di 30 a 40 centimetri di larghezza, e sostenute, dove era necessario, da graticci. Lo spazio fra una banchina e l'altra fu seminato, su piccole tracce nel terreno, con lupinella ed altre piante erbacee che somministrano ai semi ed alle giovani piantine la tutela necessaria, e le preservano dai perniciosi effetti del sollevamento della terra, dovuto al gelo e disgelo ripetuti.

Un'altra operazione, che si vede spesso applicata e con molto vantaggio, è quella di smussare le cime troppo acute dei rilievi dei terreni, facendo servire le terre a colmare una parte delle depressioni immediatamente sottostanti: su queste allora la vegetazione trova un appoggio, ed a poco a poco può poi investire le scarpe ed estendersi continuamente.

La regione superiore è stata seminata a larici ed a pini silvestri, ed il rimboschimento si trova completo su una superficie di 153ᵃ 51ᵃ 24ᶜ; sicchè alcuni terreni che prima erano affatto nudi e rovinosi, ora sono coperti di erbe ed attraversati da cordoni ove crescono rigogliosi i pioppi ed i salici; le depressioni, nelle quali si sono accumulate le terre provenienti dallo smussamento dei crini acuti, sono popolate da citisi e robinie; sugli antichi scoscendimenti vegetano i frassini, e qua e là prosperano i pini neri, i pini silvestri ed i larici, che cuoprono compiutamente il terreno. Alle strade e sentieri è stato dato su tutto il perimetro uno sviluppo di 19,100 metri; e questo è tale, da rendere comode ed economiche tutte le operazioni del silvicultore.

Per tutti questi lavori è stata fatta, fino al 31 dicembre 1885, una spesa di lire 333,246, 64, che si può ripartire come segue:

Strade e sentieri	L.	16,578, 80
Semenzai		10,898, 99
Traverse		15,510, 13
Fascinate		624, 26
Graticciate		27,094, 90
Fognature		5,514, 30
Inerbamento		1,288, 87
Seminagioni e piantamenti		22,588, 45
Lavori diversi, attrezzi, ec.		233,147, 94
Totale	L.	333,246, 64

Il beneficio apportato da questi lavori per la tutela di terreni coltivati può calcolarsi ad oltre 300,000 lire; senza computare che le acque del torrente, le quali prima erano torbidissime e quasi fangose, ora sono abbastanza chiare da poter essere adoperate per l'irrigazione; che i trasporti nel cono sono affatto cessati, cosicchè il torrente adesso si è scavato un letto che si può tenere come stabile, rendendo inutili gli argini per contenerlo; che il tronco di strada nazionale da Pont-Saint-Esprit a Briançon, attraversante il cono, ed il ponte importante della Clapière non hanno più a temer guasti.

A compimento dei risultati ottenuti non rimane che eseguire alcune seminagioni e piantamenti, e qualche altro lavoro secondario per assicurare il consolidamento dei ter-

Digitized by Google

reni; e tutte queste opere non importeranno una spesa molto grande, essendosi già provveduto alla parte principale, cioè all'assodamento.

Così fra non molti anni si avranno ancora dei boschi capaci d'una rendita non lieve in legname, e che daranno un valore considerabile a quei terreni che prima ne erano assolutamente privi; e sarà dimostrato come il denaro che si spende in questi lavori, può lo Stato averlo in conto di operazione finanziaria non ispregevole.

Capo XX.

Perimetro di Vachères.

Le vallate della Durance e dell'Ubaye sono separate da una linea di montagne, sulle quali notansi i due colli detti il Grand-Vallon e l'Opillon: su questi trovansi le prime tracce, ad un'altezza di 2850 metri, del torrente di Vachères, che propriamente potrebbe chiamarsi una riviera torrenziale. Nel suo corso esso riceve le acque di tre grandi burroni o torrenti minori, l'Eyssalettes, la Grande-Combe e la Combe-de-l'Homme; e dopo un cammino di 20 chilometri, con una pendenza media del 10,3 per cento, si getta nella Durance a 1500 metri a valle di Embrun.

Attraversa i tre comuni di Orres, Saint-Sauveur e Baratier, ove alcune case sono state scosse dagli smottamenti, con danni tali da doverle abbandonare; altre sono continuamente minacciate di rovina: onde a ragione è tenuto questo torrente come il più terribile delle Alte Alpi. Oltre ai danni agli abitati, dobbiamo aggiungere quelli alle campagne: a Baratier, nonostante i due argini che lo difendevano, la strada vicinale di Orres era spesso interrotta; il castello di Duvernois e gli orti di Baratier, quantunque difesi cogli antichi sistemi delle casse di legno, erano continuamente invasi; il ponte, sebbene solidamente costruito, soffriva frequenti avarie; l'unica strada comoda di comunicazione fra Embrun, Mont-Dauphin e Briançon, e che collega questa importante regione delle Alpi colla Provenza, era pur frequentemente interrotta. I trasporti di materiali nella riviera principale, la Durance, diventavano così rilevanti, che costituivano vere dighe, e producevano un rialzamento tale da oltrepassare gli argini di questa riviera stessa, romperli ed inondare l'intera pianura di Roc-d'Embrun.

Per riparare a questi enormi danni non v'era altro mezzo che rimettere i terreni del bacino di Vachères nel primitivo loro stato, che essi avevano perduto a cagione, principalmente, della estensione immensa, e dell'abuso del pascolo coadiuvato dalla natura geologica del suolo.

Della superficie di questo bacino, soltanto una decima parte venne dichiarata come perimetro d'utilità pubblica, cioè 963ᵉ 84ᵃ 40ᶜ, con decreto del 28 marzo 1863. Di poi il perimetro venne ridotto a soli 216ᵉ 87ᵃ 68ᶜ. La parte superiore del bacino è costituita da calcari e grès assai compatti, ed è esposta a nord; la neve durante l'inverno vi si accumula in grande quantità, e quando nella primavera, in conseguenza dei venti caldi, si scioglie con una certa prontezza, il torrente acquista una grande portata, e specialmente allora riesce dannoso. Attraversa terreni instabili, argille facilmente solubili, si carica di mota, di sabbia, di ciottoli e di pietre di tutte le dimensioni; riceve le acque di uno dei più dannosi affluenti, la Grande-Combe, poi quelle de la Combe-de-l'Homme, poco meno rapido. In queste condizioni, e con un letto piuttosto ristretto, corrode le sponde e cagiona

Digitized by Google

enormi scoscendimenti di terreno; appena poi il letto si allarga, depone una grande quantità di questi materiali.

Il centro del bacino è occupato da una montagna piuttosto conservata, alta da 1222 a 2926 metri, che fa capo alla grande linea delle creste vicine all'Opillon, e separa il torrente di Vachères da quello di Eyssalettes. La riva del torrente esposta a sud-ovest comprende dei terreni calcari e dei grès molto friabili, che hanno formato a poco a poco immensi ammassi aventi tutte le qualità per iscoscendere. Su questa riva destra ha origine il torrente della Grande-Combe, il cui letto è scavato in un banco d'argilla molto solubile, avente un'altezza di 100 metri ed alla sommità una larghezza di 200 metri. Di là nelle grandi pioggie scendono certe lave nerastre, le quali trascinano massi grandi da cinque a sei metri cubi, che precipitano fino nel fondo del letto con spaventevole rimbombo. Le acque poi, che s'infiltrano nel terreno, sciolgono le argille; e scosso questo dal passaggio di quegli immensi massi, si screpola, si rompe e scoscende: le screpolature si vedono spesso a grandi distanze, e sono così grandi che una di queste circoscrive uno scoscendimento di circa 70 ettari.

La maggior parte della sponda sinistra di questo torrente è formata da terreni della medesima natura della destra; ma piantata di larici, non presenta fino ad una certa altezza che poche spaccature: più in basso, la corrente, avendo abbandonato l'antico letto, ha prodotto una corrosione la cui altezza verticale giunge a circa 60 metri. Ai terreni argillosi succedono le marne nere dei terreni giurassici e degli scisti senza consistenza, che si sfaldano e si disgregano all'aria con estrema facilità; onde le acque vi hanno scavato un'infinità di solcature strette e profonde, una delle quali è la Combe-de-l'Homme, che ha una pendenza media del 35 per cento, ma in alcuni punti giunge anche al 60 per cento.

Per riparare ai danni di questo terribile torrente, fu necessario innanzi tutto sopprimere assolutamente il pascolo; poscia coprire il terreno di una vegetazione che rallentasse la velocità delle acque superficiali; diminuire la loro azione corrosiva, trattenere le terre, ed infine sostenere le sponde instabili del torrente e dei burroni.

I lavori eseguiti a questo scopo incominciarono nel 1864, e consisterono nelle solite opere d'arte convenientemente distribuite e per numero e per grandezza. Si pose una traversa nella Grande-Combe, con un lastricato, inclinato a 45°, ed elevato di 2 metri, che impediva alle acque di passare siffatta opera nelle grandi piene. Per ismaltire queste, venne aperto nel prolungamento dell'asse del burrone un canale in muratura, lungo 30 metri, con una sezione di 6 metri quadrati, e che attraversa la sponda opposta del burrone: da questo canale di derivazione le acque si precipitano in uno dei rami del Vachères, ove trovasi una traversa in pietra a secco di 36 metri di lunghezza e 6 metri di altezza. Settanta metri al di sotto di questo punto, la Grande-Combe si getta nel Vachères; e 230 ancor più oltre, due torrenti riuniti incontrano la riva instabile detta degli Allemands, e che bisognava subito difendere. Un argine non sarebbe bastato a ciò, trattandosi d'una sponda la cui altezza misura 70 metri: si ebbe allora ricorso ad una derivazione delle acque come nel caso precedente.

Tale derivazione venne fatta mediante una traversa di muratura a secco, avente uno spessore di 8 metri; poi venne aperto un canale di 10 metri di larghezza sulla sponda destra e nella direzione che seguiva una volta il torrente. La pendenza di questo canale era dal 12 al 18 per cento, col fondo in muratura, e con la sponda sinistra difesa da una muratura mista con calce, e quella a destra con una contromuratura più sottile, ma tutta a calce idraulica.

Il torrente principale di Vachères, nella parte inferiore, versava le sue acque su un

Digitized by Google

ammasso di pietre di 30 metri di larghezza e di 12 metri di altezza. Questo canale era lungo 330 metri; e per prevenire qualsiasi corrosione al piede, venne costruita la più grande delle opere che fino allora fosse stata fatta nei torrenti delle Alpi. È una traversa di 56 metri di lunghezza; 9,50 d'altezza, di cui 6,50 fuori delle fondazioni; spessore alla corona, 5 metri; spessore alle fondazioni, metri 13,50; altezza delle ali, 3 metri; scarpa, 10 per cento. La corona è formata da enormi massi connessi con cura, e tenuti insieme ancora da ferri aventi la forma di *S* che attraversano tutta la muratura. La platea è formata da tre scompartimenti di massi, tenuti insieme da pezzi di larice aventi oltre 50 centimetri di diametro. Le sponde a valle sono protette da muri di rivestimento, che impediscono al torrente di gettarsi contro la strada di Salettes.

Tutte queste opere funzionarono fino al 1877, nel qual anno una piena eccezionale del torrente, che aveva una portata stimata di 60 metri cubi per secondo, ruppe il canale, rimanendo intatta soltanto la traversa. Il torrente si scavò allora un altro letto sotto al gran selciato; ed è stato agevole mantenerlo in questo letto con altre opere di poca importanza. Nel letto principale furono stabilite parecchie altre traverse, e presentemente se ne contano in tutto 57.

Nei burroni o torrenti laterali del perimetro, ridotto a circa 217 ettari, furono costruite, fino a tutto il 1885, 17 grandi traverse, 40 traverse rustiche, 433 metri di graticci, 143 metri di fossetti di fognatura, e parecchi muri di sostegno.

La veduta in fototipia (*Tav.* V) presa da una fotografia, fatta in tempo di magra nel torrente di Vachères, rappresenta la traversa N. 6 e 7, e basta a far rilevare quale e quanta sia la portata di questo torrente terribile. La detta tavola mostra altresì la forma della corona di cui si è parlato (pag. 40), il collegamento in ferro parimente accennato, ed il gagliardo interrimento che essa ha prodotto.

In quanto alle culture, furono seminate querce, noci, castagni da frutto, ed eseguite piantagioni di robinie, frassini, aceri, e di alcuni pini neri. Per procurare poi la tutela alla piantagione, furono seminate su tutte le particelle, sulle quali furono eseguiti lavori, delle piante erbacee, che diedero ottimi risultati; perchè le superficie che hanno pendenze un po' forti, sono ricoperte qua e là da tappeti verdi, che favoriscono grandemente l'allevamento degli alberi. Le piantagioni delle specie latifoglie non corrisposero però come si sarebbe aspettato.

In quanto poi alle precauzioni prese per rendere più sicura la riuscita delle piantagioni, si operò nello stesso modo da noi precedentemente indicato in altri perimetri, e col medesimo buon successo. Si è procurato di eseguire una specie di livellazione, vale a dire rompere gli spigoli acuti, adoperando le terre che se ne cavavano per colmare le piccole depressioni del terreno, rialzarle, ed offrire così un fondo soffice nel quale le radici potessero facilmente penetrare. S'intende che quest'operazione non si eseguisce col fare un vero trasporto di terre; ma soltanto, dopo averle smosse superficialmente, si fanno cadere nei burroni o nelle solcature del terreno, dove si saranno innanzi disposte delle fastella o distesa semplicemente della ramaglia, tenuta salda col mezzo di piuoli di larice, la quale è destinata a trattenere queste terre. Tale operazione suddivide le terre, obbliga l'acqua a distribuirsi uniformemente su tutta la superficie coltivata, ed offre tutte le condizioni necessarie per una durevole vegetazione degli alberi. Le terre poi, che a mano a mano calano per la disgregazione delle rocce e per l'azione successiva delle acque, vengono trattenute dalle fascine o dalla ramaglia, e favoriscono sempre più la vegetazione, che a poco a poco si estende conquistando anche le pendici sulle quali furon fatte le culture a strisce od a cordoni.

I tentativi di cultura del pino nero, fatti tanto per semi che per piantamento sulle

Digitized by Google

parti assodate, come pure del pino silvestre mescolato col pino nero, hanno dato buoni risultati; ed il rimboschimento si può tenere come assicurato.

Le spese fatte finora nel perimetro di circa 217 ettari ammontano a lire 600,496, distribuite nelle seguenti categorie:

Strade e sentieri	L.	7,597, 99
Semenzai		9,149, 93
Traverse		225,124, 02
Graticci		12,662, 02
Fascinate		838, 06
Lavori idraulici, fognature, ec.		15,234, 79
Inerbamento		1,914, 50
Seminagioni e piantamenti		31,765, 11
Lavori diversi, attrezzi, ec.		296,209, 52
Totale	L.	600,495, 94

A compiere però i lavori di rimboschimento rimane ancor molto da fare, ed è necessario continuarli non solo per conseguire nuovi e così utili risultati, ma per rendere più sicuri e più efficaci quelli già ottenuti; i quali sono certamente tanto preziosi, da meritare di essere continuati, perchè costituiscono un beneficio cospicuo per i vigneti e le culture protette, per le abitazioni non più minacciate, e pei terreni nuovi che possono essere messi a cultura agraria o boschiva. Di già gli affluenti della riva destra del torrente della Combe-de-l'Homme si possono dire estinti; la vegetazione ha fatto suo il fondo dei burroni e delle spaccature del terreno, sicchè le terre e le pietre hanno presa una posizione stabile; il suo cono di deiezione è stazionario, il letto s'incassa sempre più e tende a diventare esso pure stabile, ed è diminuita la violenza con cui respingeva il torrente principale di Vachères sui bei vigneti di Saint-Sauveur. Anche la Grande-Combe ha notabilmente migliorato: i materiali che trasporta sono alquanto diminuiti, le culture e le case sono pressochè assicurate dalla continua minaccia, che un giorno o l'altro poteva mutarsi in ruina certa. Così pure uno dei burroni più importanti, per l'enorme quantità di materiali che tributava al torrente di Vachères, è diventato ora quasi innocuo; ed il pericolo di scoscendere, che offrivano le terre della masseria detta degli Allemands e delle case delle Touisses, è alquanto scemato.

L'utilità dei lavori di correzione e di rimboschimento anche nel perimetro di Vachères è tanto evidente, da escludere ogni maniera d'illustrazione: diremo solo che l'amministrazione forestale valuta siffatti utili per oltre 809,000 lire.

Con questa breve rassegna dei lavori visitati anche nelle Alte Alpi in compagnia dell'ispettore generale dei rimboschimenti signor Demontzey, al quale devesi l'onore della loro direzione e del loro incremento, terminammo la più importante e la più istruttiva escursione che gli alunni dell'Istituto di Vallombrosa potesser fare, per apprendere teoricamente ed apprezzare praticamente l'effetto delle opere di correzione dei torrenti e di rimboschimento delle montagne.

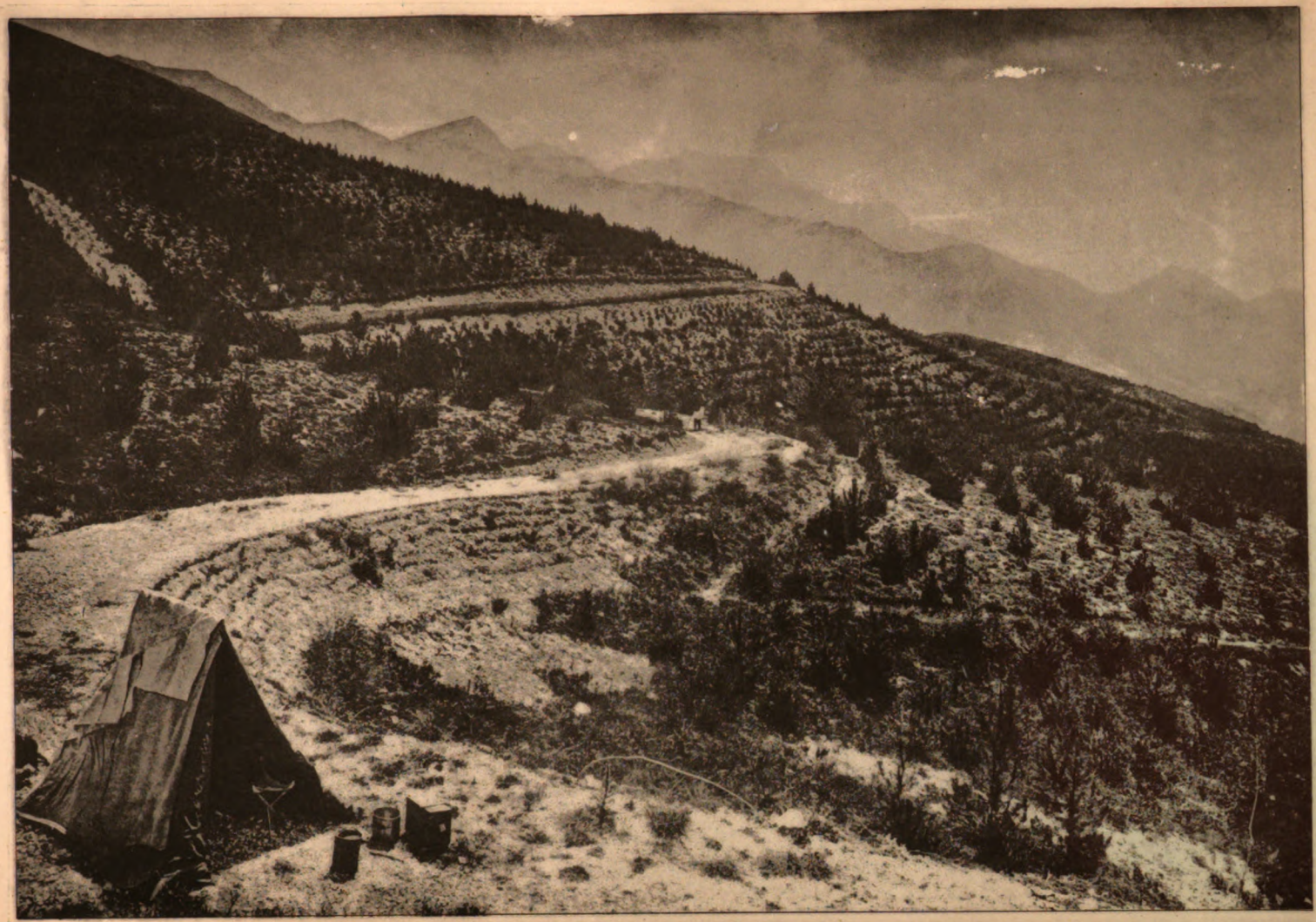
FINE.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



IL PERIMETRO DI SEYNE NEL 1877

Digitized by Google

Digitized by Google

IL PERIMETRO DI SEYNE NEL 1886

Digitized by Google

Digitized by Google

IL PERIMETRO DI CURUSQUET NEL 1877

Digitized by Google

Digitized by Google

IL PERIMETRO DI CURUSQUET NEL 1886

Digitized by Google

Digitized by Google

TORRENTE DI VACHÈRES

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google